UNIVERSIDAD DE CUENCA

FACULTAD DE FILOSOFÍA, LETRAS Y CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

CARRERA DE MATEMÁTICAS Y FÍSICA

"ELABORACIÓN DE MATERIAL DIDÁCTICO PARA MEJORAR LA COMPRENSIÓN DEL ELECTROMAGNETISMO"

Trabajo de Titulación previo a la obtención del Título de Licenciado en Ciencias de la Educación en Matemáticas y Física

Autores:

Diego Benito Fajardo Tigre C I: 0105221147

Wilson Aníbal Guamán Paltín C I: 0106813256

Director:

Dr. Alberto Santiago Avecillas Jara C I: 1704208816

CUENCA-ECUADOR

2017

RESUMEN

El problema central de este trabajo de titulación es la baja comprensión del Electromagnetismo en los estudiantes de la carrera de Matemáticas y Física de la Universidad de Cuenca; con la implementación de materiales didácticos, en algunas temáticas consideradas de alta complejidad, se busca superar este inconveniente. Los objetivos alcanzados en esta propuesta fueron: diseñar y elaborar el material didáctico además de elaborar las respectivas guías de uso de cada material.

Para dar sustento a la problemática planteada en este proyecto, se realizó una encuesta dirigida a estudiantes de la carrera, que hayan aprobado la asignatura de Electromagnetismo. Esta encuesta constó de doce interrogantes relacionadas con las posibles causas de la baja comprensión del Electromagnetismo.

La encuesta arrojó que la problemática se debía a tres causas, relacionadas con los requisitos previos, la elevada complejidad de la asignatura y los limitados materiales didácticos existentes en el aula de clase. En busca de mejorar la comprensión, con esta propuesta se implementó material didáctico destinado para ciertas temáticas del Electromagnetismo.

La presente propuesta usó los materiales didácticos, como una estrategia para superar la problemática, de ello se debe destacar la importancia de los materiales didácticos en todo proceso de aprendizaje, puesto que contribuyen inmensamente en la comprensión de cualesquier asignatura.

PALABRAS CLAVE

Material didáctico, Comprensión, Electromagnetismo, Aprendizaje significativo.

ABSTRACT

The central problem of this titling work is the low understanding of Electromagnetism in the students of Mathematics and Physics of the University of Cuenca; with the implementation of didactic materials, in some subjects considered of high complexity, it is sought to overcome this inconvenience. The objectives reached in this proposal were: to design and elaborate the didactic material besides elaborating the respective guides of use of each material.

To support the problem raised in this project, a survey was conducted for students of the career, which approved the subject of Electromagnetism. This survey consisted of 12 questions related to the possible causes of the low understanding of Electromagnetism.

The survey showed that the problem was due to three causes, the relationships with prerequisites, the high complexity of the subject and the limited didactic materials in the classroom. In order to improve understanding with this proposal of implementation of didactic material for certain themes of Electromagnetism.

The present proposal of didactic materials, as a strategy for overcoming the problem, which should highlight the importance of teaching materials throughout the learning process, which contribute immensely in the understanding of any subject.

KEYWORDS

Didactic material, Comprehension, Electromagnetism, Significant learning.

Tabla de contenido

Cláusula de Propiedad Intelectual

Diego Benito Fajardo Tigre, autor/a del trabajo de titulación "ELABORACIÓN DE MATERIAL DIDÁCTICO PARA MEJORAR LA COMPRENSIÓN DEL ELECTROMAGNETISMO", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, 18 de octubre de 2017

Diego Benito Fajardo Tigre

C.I: 0105221147

Universidad de Cuenca
Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio Institucional

Diego Benito Fajardo Tigre, en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación "ELABORACIÓN DE MATERIAL DIDÁCTICO PARA MEJORAR LA COMPRENSIÓN DEL ELECTROMAGNETISMO", de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 18 de octubre de 2017

Diego Benito Fajardo Tigre

C.I: 0105221147

Cláusula de Propiedad Intelectual

Wilson Aníbal Guamán Paltín, autor/a del trabajo de titulación "ELABORACIÓN DE MATERIAL DIDÁCTICO PARA MEJORAR LA COMPRENSIÓN DEL ELECTROMAGNETISMO", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, 18 de octubre de 2017

Wilson Aníbal Guamán Paltín

C.I: 0106813256

Universidad de Cuenca
Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio Institucional

Wilson Aníbal Guamán Paltín en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación "ELABORACIÓN DE MATERIAL DIDÁCTICO PARA MEJORAR LA COMPRENSIÓN DEL ELECTROMAGNETISMO", de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 18 de octubre de 2017

Wilson Aníbal Guamán Paltín

C.I: 0106813256

DEDICATORIA

Este trabajo de titulación dedico a mis padres y hermanos que fueron un pilar muy importante en el desarrollo de mi vida. Con su apoyo, sus consejos, sus regaños y su amor incondicional hicieron que siga adelante, luche por mis sueños, no me debo rendir; gracias a dichas actitudes se sentó en mí las bases para llegar a cumplir un sueño tan anhelado. También dedico a mi hermosa esposa Laurita y a mi tierno hijo Dylan, que ahora son mi más grande bendición, que todo lo que realicé desde hace tiempo atrás estaba previsto para ellos, para poderles dar una vida como ellos se merecen y ser un ejemplo para mi hijo; no debemos rendirnos jamás, por más que el camino pareciera imposible, y por último a mi compañero-amigo de trabajo Wilson que me brindó su apoyo incondicional.

Gracias a Dios por darme muchas bendiciones y por la familia que tengo, siempre estamos apoyándonos en las buenas y en las malas.

Diego Fajardo

DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo de titulación a quienes han servido de infinito apoyo a lo largo de mi carrera universitaria.

Primeramente, a mi madre, una mujer que me llena de inspiración y respeto; sin duda alguna ha sido un pilar fundamental a lo largo de todo esto.

A mis hermanos, Julio, David, Carlos, Zoila, Deysi, que con su apoyo tanto económico como emocional han ayudado a que consiga este gran logro en mi vida.

A mis compañeros y amigos Juan, Pedro, Wilson, Luis y Diego.

Finalmente, a Mayra, mi chica incondicional, por todo su apoyo, testigo de mis luchas y quebrantos.

Wilson Guamán

AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento a aquellos docentes, quienes han compartido de la mejor manera sus conocimientos con nosotros.

Un especial agradecimiento a nuestro tutor de tesis, el Dr, Avecillas, sin duda alguna una excelente persona y docente a la vez.

Agradecemos a nuestros compañeros y amigos.

Diego Fajardo- Wilson Guamán

INTRODUCCIÓN

El Electromagnetismo, es un conjunto de conceptos físicos que se encuentra presentes en un sinfín de aparatos tecnológicos que se usan en la vida cotidiana, tales como teléfonos celulares, radios, imanes etc.

En la carrera de Matemáticas y Física de la Universidad de Cuenca, se dicta esta asignatura como parte de la formación de sus estudiantes; quienes al culminar sus estudios superiores estarán en capacidad de impartir dicha asignatura en cualquier institución educativa. Se ha detectado que dichos estudiantes presentan cierta dificultad para comprender el Electromagnetismo.

Las causas de este inconveniente pueden ser múltiples factores que desembocan en la baja comprensión. Uno de estos es el escaso material didáctico presente para impartir la clase de Electromagnetismo; pues la materia es abstracta e indudablemente requiere de materiales didácticos que ayuden a reducir el nivel de abstracción de la materia.

En este trabajo de titulación se crearon materiales didácticos, con su respectiva guía de uso, la cual da al maestro una descripción detallada de cada material; además se encontrará un modelo de clase la cual el docente puede aplicarla según lo crea conveniente. El material didáctico, conjuntamente con la propuesta del aprendizaje significativo de Ausubel y las estrategias planteadas por Frida Díaz Barriga para alcanzar un aprendizaje significativo; ayudarán a superar este inconveniente, logrando de esta manera una mejor comprensión del Electromagnetismo, en los posteriores alumnos que cursen esta asignatura.

CAPÍTULO UNO FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

La baja comprensión del Electromagnetismo.

El Electromagnetismo es el estudio de los fenómenos eléctricos y magnéticos causados por cargas eléctricas en reposo o en movimiento (Cheng, 2000). El hombre ha utilizado estos fenómenos, para su beneficio, desarrollando tecnología para facilitar la vida y en la actualidad están presentes en la gran mayoría de los artefactos que usamos. Consecuentemente el análisis de esta rama de la Física es necesario, dando así un aporte para la formación de un individuo acorde con el entorno que lo rodea. Indiscutiblemente la enseñanza-aprendizaje de esta asignatura debe ser la apropiada para que todo individuo sea capaz de entenderla.

El electromagnetismo y su complejidad

El electromagnetismo es una rama de las ciencias físicas presente en infinidad de artefactos que son utilizados en nuestra vida diaria; sin embargo, el comprender esta temática es un proceso complejo, inclusive para estudiantes preparados; algunos de los factores que hacen compleja su comprensión son que “los conceptos implicados son de alta demanda cognitiva y que además se apoyan en prerrequisitos fundamentales” (Olivares, 2008); otro aspecto influyente es el material didáctico, pues “las dificultades detectadas en el aprendizaje y comprensión del concepto se han interpretado como consecuencia de un tratamiento didáctico deficiente y confuso” (Olivares, 2008)

Uno de los prerrequisitos esenciales para abordar el aprendizaje del Electromagnetismo es el conocimiento del cálculo vectorial (Avecillas, 2008), que por cierto no está incluido en la malla curricular del alumno; éste se vuelve herramienta matemática indispensable para abordar la ley de Gauss o la ley de Ampére entre otras.

> La necesidad de tener una desarrollada imaginación espacial cuando el profesor de Electromagnetismo indica "imaginemos un conductor esférico cargado…", "imaginemos un

solenoide de n espiras…". Este esfuerzo de visualización al que se somete a los estudiantes se impone debido a la falta de un ejemplo concreto, real, que puedan observar y que les permita concretar en algo material todo aquello que se les exige imaginar, con el riesgo añadido de visualizaciones incorrectas o impropias. Una vez que se muestra una experiencia real al alumno ya no es necesario posteriormente hablar de imaginar, sino que se trata de recordar, o de visualizar sistemas más complejos a partir de ejemplos reales (Uson , 2002).

Entonces aquellos factores que dificultan la comprensión del Electromagnetismo, como aquí se ha citado, serían la carencia de ciertos prerrequisitos, la alta demanda cognitiva que se presenta o los limitados recursos didácticos. En busca de mejorar la comprensión, esta propuesta elaboró materiales didácticos, que reducirán el nivel de cognición necesario para el aprendizaje del Electromagnetismo, pues con ellos los estudiantes no tendrán que hacerse visualizaciones de ciertos conceptos, sino los podrán manipular y de esta manera se conseguirá que el aprendizaje sea significativo para sí mismos.

El constructivismo y el aprendizaje significativo

El constructivismo es una corriente pedagógica que ha ido creciendo con el aporte de varios exponentes, que sin darse cuenta diseñaron el constructivismo; es decir, este no nació como tal, más bien es producto de muchos autores. Esta corriente pedagógica trata de desplazar al conductismo que ha estado presente desde hace tiempo y que en la actualidad ha ido en declive. Se podría decir que se originó por los años setenta, “para enfrentar la insatisfacción dejada por el paradigma del aprendizaje, hasta entonces dominante: la psicología conductista y el asociacionismo” (Castillo, 2013)

Esta teoría radica en que el aprendizaje se da por medio de la investigación y el descubrimiento, se trata de un modelo en el que el estudiante es libre para generar sus propios conocimientos partiendo de conocimientos previos es decir, “Se busca que las personas

reflexionen sobre su propio entorno y busquen crear modelos que les puedan funcionar" (Cobos, 2002). "El constructivismo representa una de las posiciones más desarrolladas y sustentadas en las vanguardias pedagógicas de la sociedad del conocimiento" (Bernheim, 2011). Este modelo pedagógico busca dejar de lado el aprendizaje por repetición y el rol pasivo del educando; aquí este aprende relacionándose con su medio; además se busca generar un sujeto autocrítico capaz de discernir y desarrollarse a plenitud por su propia cuenta. Sin embargo el hecho de que el estudiante sea libre para crear su conocimiento no implica que no deba tener un control o un guía que fije ciertos procedimientos para que se dé el pleno aprendizaje y de ahí que: "no es posible dar normas o reglas escritas y menos pasos secuenciados para la enseñanza constructivista, sí es posible precisar ciertos principios y recomendaciones que se están promoviendo con cierta flexibilidad" (Cobos, 2002).

El aprendizaje significativo

"El aprendizaje del alumno depende de la estructura cognitiva previa que se relaciona con la nueva información, entiéndase por "estructura cognitiva", al conjunto de conceptos, ideas que un individuo posee en un determinado campo del conocimiento" (Ausubel, 1983).

Un aprendizaje es significativo cuando los contenidos: Son relacionados de modo no arbitrario y sustancial (no al pie de la letra) con lo que el alumno ya sabe. Por relación sustancial y no arbitraria se debe entender que las ideas se relacionan con algún aspecto existente específicamente relevante de la estructura cognoscitiva del alumno, como una imagen, un símbolo ya significativo, un concepto o una proposición. (Trillas, 2000)

Estrategias para alcanzar un aprendizaje significativo

(Diaz & Hernández, 1999) establecen ciertas estrategias para lograr un aprendizaje significativo y estas son: Objetivos o propósitos del aprendizaje, resúmenes, ilustraciones o

materiales manipulables, organizadores previos, preguntas intercaladas, pistas topográficas y discursivas analogías, mapas conceptuales y situaciones problema.

Estas estrategias tienen cierta clasificación de acuerdo a los tres momentos del aprendizaje constructivista, en las que pueden ser incluidas; es decir, antes, durante o después de un contenido. Las estrategias preinstruccionales por lo general preparan y alertan al estudiante en relación a qué y cómo va a aprender, dentro de ellas tenemos: los objetivos y el organizador previo. Mientras que, las estrategias coinstruccionales apoyan los contenidos curriculares durante el proceso mismo de enseñanza o de la lectura del texto de enseñanza. Aquí pueden incluirse estrategias como: ilustraciones o material manipulable, redes semánticas, mapas conceptuales y analogías, entre otras. Finalmente, las estrategias posinstruccionales se presentan después del contenido que se ha de aprender y permiten al alumno formar una visión sintética, integradora e incluso critica del material. En otros casos le permiten valorar su propio aprendizaje. Algunas de las estrategias posinstruccionales más reconocidas son: pospreguntas intercaladas, resúmenes finales, redes semánticas y situaciones problema.

Los objetivos como estrategia para la activación de conocimientos

Los objetivos son conocidos, por activar los conocimientos del estudiante; además sirven al docente para conocer lo que saben sus alumnos y para utilizar tal conocimiento como base para promover nuevos aprendizajes. Éstos ayudan al alumno a generarse expectativas sobre la clase y a encontrar sentido y/o valor funcional a los aprendizajes involucrados en la clase. Algunas de las funciones que cumplen los objetivos son: mejorar considerablemente el aprendizaje; el aprendizaje es más exitoso si el aprendiz es consciente del objetivo , proporcionar al aprendiz los elementos indispensables pare orientar sus actividades de automonitoreo y de autoevaluación. Cabe recalcar, que dichos objetivos deben ser presentados de manera clara para el alumno, en un lenguaje afín a ellos, además se recomienda no enunciar demasiados

objetivos, porque los alumnos pueden extraviarse y crear expectativas negativas al enfrentarse con ellos.

Los materiales manipulables como estrategia para la construcción de conocimientos

Los materiales manipulables sirven para orientar, mantener la atención además facilitan la codificación visual de la información y son considerados como estrategias para la construcción de conocimientos. Los materiales manipulables son aquellos recursos que el profesor usa para focalizar y mantener la atención de los aprendices durante una sesión.

En este sentido pueden aplicarse de manera continua para indicar a los alumnos sobre qué puntos, conceptos o ideas deben centrar sus procesos de atención, codificación y aprendizaje. También permiten dar mayor contexto a la información nueva que se aprenderá al representarla en forma gráfica o escrita. Proporcionan una adecuada organización a la información que se ha de aprender, como ya hemos visto, mejora su significatividad lógica y en consecuencia, hace más probable el aprendizaje significativo de los alumnos. Estas estrategias pueden emplearse en los distintos momentos de la enseñanza. Podemos incluir en ellas a las de representación viso espacial, como mapas o redes semánticas y a las de representación lingüística, como resúmenes o cuadros sinópticos.

Las situaciones problema como estrategia para la consolidación del aprendizaje.

Estas sirven para comprender información abstracta, trasladan lo aprendido a otros ámbitos, además estas estrategias son destinadas a crear o potenciar enlaces adecuados entre los conocimientos previos y la información nueva que ha de aprenderse, asegurando con ello una mayor significatividad de los aprendizajes logrados. De acuerdo con (Mayer, 2000), a este proceso de integración entre lo "previo" y lo "nuevo" se le denomina: construcción de "conexiones externas".

Según, (Mineduc, 2008) las situaciones problema son actividades, espacios y ambientes organizados por el docente, en los que se ejecuta una serie de actividades de aprendizaje-evaluación-enseñanza, que estimulan la construcción de aprendizajes significativos y propician el desarrollo de competencias en los estudiantes, mediante la resolución de problemas simulados o reales de la vida cotidiana. Si se analizan un poco los elementos del planteamiento constructivista, veremos que muchos ideólogos (Piaget, Vygotsky) recomiendan:

• Entornos complejos que impliquen un desafío para el aprendizaje y tareas auténticas.

Y en este marco, el maestro debe presentar una situación problemática o una pregunta desconcertante a los alumnos, para que:

• Formulen hipótesis buscando explicar la situación o resolver el problema

• Reúnan datos para probar la hipótesis

• Extraigan conclusiones

• Reflexionen sobre el problema original y los procesos de pensamiento requeridos para resolverlos.

El aprendizaje significativo en el aula

(Mayer, 2000) explica que lo más importante es el aprendizaje del alumno ya que es el centro del proceso enseñanza-aprendizaje, por consiguiente, el desarrollo del aprendizaje significativo dentro del aula debe ser una estrategia pedagógica para la mejora de la calidad educativa. Es por eso que el desarrollo del aprendizaje significativo dentro del aula evidencia ventajas para los decentes ya que mejora el rendimiento académico. El aprendizaje significativo desarrolla condiciones presentes en el aula de clase como:

- El trabajo abierto: Promueve el aprendizaje significativo dentro del aula ya que desarrolla la autonomía del alumno frente al aprendizaje
- La motivación: Es básica para mantener un nivel de trabajo en el aula, debe también ser externa pues el estudiante necesita la aprobación del docente.
- El medio: Se aprende de mejor manera si los contenidos están relacionados con el entorno y con el medio que lo rodea, ya que facilita el intercambio de ideas y la promoción de la cultura
- La creatividad: Está ligada al proceso de aprendizaje ya que con imaginación transforma, combina y asocia los elementos conocidos, con los conocimientos nuevos, para crear de esta forma el aprendizaje significativo.

El material didáctico como estrategia para la enseñanza

Los materiales didácticos conocidos también como auxiliares didácticos o medios didácticos, suelen ser cualquier tipo de dispositivo diseñado y elaborado con la intención de facilitar un proceso de enseñanza y aprendizaje.

Hablar de materiales didácticos es indudablemente, referirse a todo aquello que puede ser empleado para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Estos logran que los aprendizajes sean significativos, son facilitadores y potenciadores de la enseñanza. Proporcionan información y guían el aprendizaje, es decir, aportan una base concreta para el pensamiento conceptual y contribuye en el aumento de los significados. (Badia, Barbera , & Coll, 2005)

Los materiales didácticos, desarrollan la continuidad del pensamiento, hacen que el aprendizaje sea más duradero y brindan una experiencia real que estimula, la actividad de los alumnos; proporcionan, además, experiencias que se obtienen fácilmente mediante diversos

materiales y medios y ello ofrece un alto grado de interés para los alumnos; evalúan conocimientos y habilidades, así como proveen entornos para la expresión y la creación.

En casi todas las situaciones de enseñanza aparece el empleo de materiales didácticos de todo tipo y en cualquier soporte. Muchos procesos de aprendizaje están mediados por el empleo de algún tipo de material y de alguna tecnología, lo que condiciona incluso la forma de aprender. Por otra parte, determinados materiales afianzan cada vez más su presencia haciéndose, en muchos casos, imprescindibles. La cuestión clave estará en su utilización y su selección con la intención de aplicarlos convenientemente a las distintas situaciones educativas y, también, de aprovechar al máximo todas sus características técnicas y sus posibilidades didácticas (Herrero, 1996). Desde el punto de vista de su utilización didáctica los medios y los materiales curriculares deben reunir algunos criterios, tales como:

- Deben ser una herramienta de apoyo o ayuda para el aprendizaje, por tanto, deben ser útiles y funcionales. Y, sobre todo:
    - Que sean atractivos y motivadores.
    - Que cumplan con los objetivos propuestos en la programación.
    - Que sean de fácil acceso, tanto por los educadores como por los alumnos.
    - Que el material se adapte a la edad de las personas a las cuales se va aplicar.
    - Que sea funcional con el espacio en el cual se va aplicar.

Funciones del material didáctico

Son diversas las funciones que los materiales didácticos pueden tener, una de las principales es el reforzar lo que se ha enseñado en clase, de modo que facilite el aprendizaje de los alumnos. La mayoría, proporcionan información, a través de libros, videos y programas informáticos, guiando al estudiante y ayudándolo a crear y aplicar nuevos conocimientos ejercitando habilidades. No obstante, se debe tener en cuenta que los materiales didácticos no solamente sirven para construir conocimiento, también funcionan como mediadores entre la realidad y lo

teórico, y mediante sus sistemas simbólicos desarrollan habilidades cognitivas en sus usuarios. Algunas funciones de los materiales didácticos son: motivar, facilitar la adquisición de nuevos conocimientos y apoyar la evaluación y el reforzamiento del aprendizaje. Estas se detallan a continuación.

Motivar

En su libro "Como abrir mentes cerradas", (Reilly, 1997) menciona, que el deseo es la fuerza más poderosa, motivadora de la vida humana, es decir, las acciones humanas brotan de los deseos humanos. De hecho, solo existen dos razones por las cuales una persona cualquiera se siente impulsada a hacer algo:

- Para obtener algo que desea y que no tiene.
- Para evitar perder algo que posee y que desea conservar.

En esta propuesta se buscó que el material didáctico sea, esa chispa que lleve a poder cumplir ese deseo de aprender de los estudiantes; los materiales didácticos contribuirán a generar, expectativas sobre lo que van a aprender y los impulsará a trabajar para lograr los objetivos.

Con la motivación, los materiales didácticos pueden también desarrollar las siguientes funciones:

- Desarrollar los temas en forma atractiva, interesante y comprensible.
- Facilitar, mediante procedimientos didácticos, que los estudiantes progresen exitosamente y puedan así conservar y acrecentar las expectativas iniciales.

Facilitar la adquisición de nuevos conocimientos

Los materiales didácticos participan en la representación de informaciones, posibilitan diversas actividades y experiencias, inducen a la exteriorización de lo aprendido en conductas observables; apoyan los procesos internos de atención, percepción, transferencia de aprendizaje y otros, como, por ejemplo:

- Presentan la nueva información a través de estímulos variados que atraigan y mantengan la atención de los estudiantes.
- Durante el desarrollo, presentan los contenidos o informaciones adecuadamente organizados y dosificados; emplean lenguajes comprensibles para los alumnos; proporcionan diversidad de ejemplos, casos, situaciones, modelos de desempeño, etc.
- Orientan la labor de análisis y síntesis de la información a través de cuadros gráficos, resúmenes, ejemplos y otros.
- Dan posibilidad para la conducta activa de los estudiantes y la aplicación de lo aprendido mediante ejercicios, problemas, guías de observaciones y de análisis, sugerencias de actividades y otros procedimientos.

Apoyar la evaluación y el reforzamiento del aprendizaje

Evaluar significa estimar en qué medida el elemento evaluado tiene unas características que se consideran deseables en función de unos criterios que han sido especificados con respecto a un conjunto de normas.

El apoyo a la evaluación se puede hacer mediante prácticas o ejercicios corregidos, pruebas de autoevaluación y otros procedimientos similares, esto permite que cada estudiante compruebe progresivamente sus aciertos y errores.

La corrección de los errores a veces se analiza de manera explícita y en otros casos de manera implícita ya que es el propio estudiante que se da cuenta de sus errores. Con los aciertos, los estudiantes obtendrán el necesario reforzamiento positivo que consolide su aprendizaje e impulse a continuar estudiando. En sí, corresponde al profesor seleccionar o preparar materiales didácticos que puedan desempeñar determinadas funciones en la enseñanza.

CAPÍTULO DOS: METODOLOGÍA Y RESULTADOS

Metodología

La obtención de información para estructurar la propuesta y el problema planteado a lo largo de este trabajo de investigación serán corroborados bajo la siguiente metodología:

Tipo de investigación

Para el desarrollo de la metodología se utilizó una investigación de tipo empírico de medición.

Objetivos

Se pretendió dar sustento a la existencia del problema y verificar la viabilidad de la propuesta descritas en este trabajo de titulación: Bajos niveles de comprensión y la implementación de material didáctico para mejorar la comprensión del Electromagnetismo.

Población

La población corresponde a los estudiantes matriculados en el semestre septiembre 2016 - febrero 2017, que han cursado la asignatura de Electromagnetismo en la carrera de Matemáticas y Física de la Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación de la Universidad de Cuenca.

Técnica

La técnica empleada en esta investigación fue la encuesta, la cual pretendió dar sustento a los objetivos que se plantearon en este trabajo.

Instrumento

El instrumento empleado en este trabajo de titulación corresponde a un cuestionario, este formulario constó de doce preguntas cerradas de opción múltiple. Estas preguntas fueron obtenidas empleando la técnica de operativización de variables.

Análisis de la información.

La información fue obtenida mediante una encuesta, de donde se analizó cada una de las preguntas a fin de extraer información relevante. A continuación se encuentran cada una de las preguntas, conjuntamente con su gráfico estadístico y análisis correspondiente.

Pregunta uno: ¿Considera usted que uno de los prerrequisitos para abordar el Electromagnetismo podría ser el Cálculo Vectorial?

Sí		No		Tal vez	

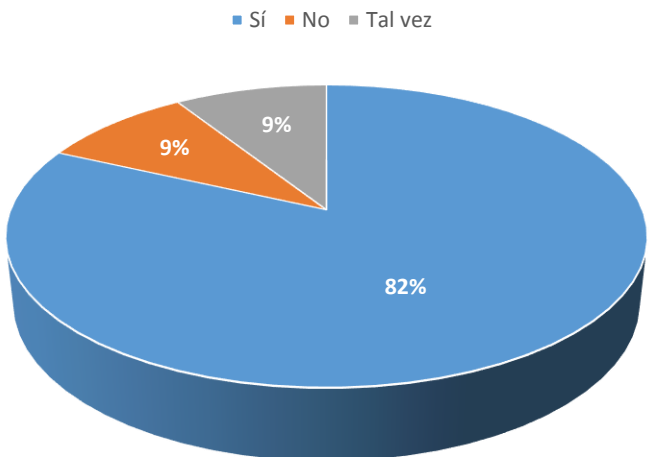


Figura 2.2.1: El Cálculo Vectorial como prerrequisito para el Electromagnetismo

De la figura 2.2.1 se puede apreciar que la mayoría de los encuestados están de acuerdo en que un prerrequisito es el Cálculo Vectorial para el aprendizaje del Electromagnetismo, tal como se ha indicado a lo largo de este trabajo de titulación, basados en estudios acerca de la enseñanza del Electromagnetismo en distintas Universidades; sin embargo en la carrera la enseñanza del Electromagnetismo se aborda a pesar de que el Cálculo Vectorial no forma parte de la malla curricular de los estudiantes. Esto ha pasado a formar una limitante al momento de aprender Electromagnetismo, pues no se cuenta con los conocimientos necesarios.

Pregunta dos: ¿Qué tan útil cree que podría ser el conocimiento del Cálculo Vectorial para una adecuada comprensión del Electromagnetismo?

Muy útil		Útil		Poco útil		Nada útil	

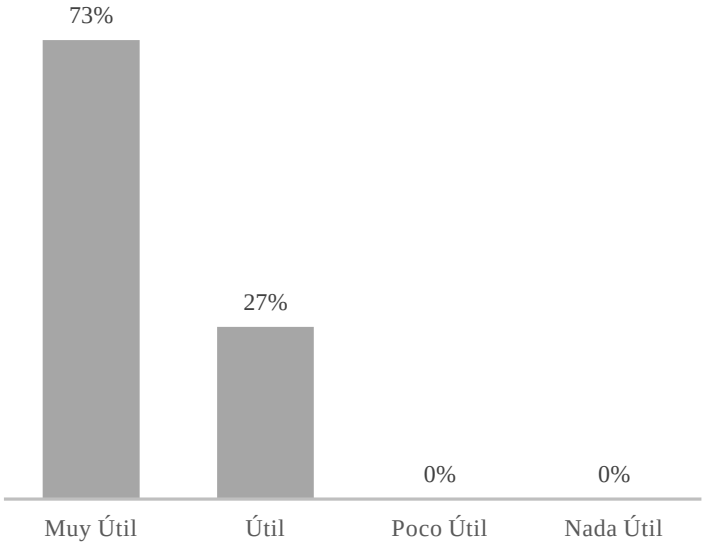


Figura 2.2.2: Utilidad del Cálculo Vectorial en la comprensión del Electromagnetismo

Como se puede apreciar, la mayor parte de los encuestados, el 73%, consideran muy útil el conocer sobre el Cálculo Vectorial, el 27% lo considera útil mientras que un 0% lo considera nada útil; entonces de la encuesta se puede decir que indudablemente resulta de gran utilidad conocer de esta asignatura, pues el 100% de los encuestados lo confirma.

En la carrera, particularmente en la asignatura de Electromagnetismo, se aborda brevemente el estudio del Cálculo Vectorial para lo cual está destinado el capítulo uno de fundamentación matemática del texto de Electromagnetismo.

Pregunta tres: En una escala del 1 al 5, indique qué nivel de conocimiento posee sobre el Cálculo Vectorial, siendo 5 la más alta y 1 la más baja.

Niveles	1	2	3	4	5
Marque					

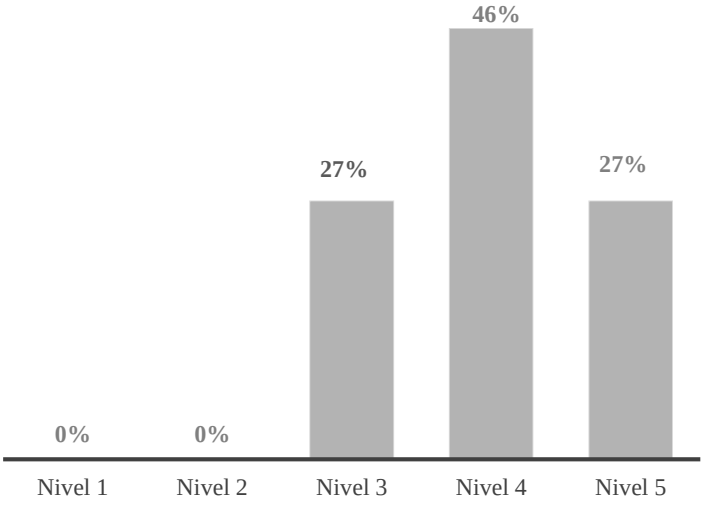


Figura 2.2.3: Niveles de conocimiento del Cálculo Vectorial presentados en los encuestados

En la figura 2.2.3 se aprecia que un 27% de los encuestados presentan un alto conocimiento del Cálculo Vectorial, el 46% presenta un conocimiento medio alto (Nivel 4), el 27% indica tener un conocimiento medio (Nivel 3) mientras que el 0% de los encuestados se ubican en los niveles 1 y 2. Se podría decir que no se ha alcanzado un nivel óptimo en cuanto a Cálculo Vectorial se trata; en vista de ello en este trabajo de titulación se elaboraron materiales didácticos relacionados con el Cálculo Vectorial a fin de que se alcancen niveles óptimos de conocimiento en más estudiantes.

Durante las clases de Electromagnetismo, el docente solicitó hacer imaginaciones, como, por ejemplo: Imaginemos un solenoide de n espiras por el cual atraviesa un campo eléctrico de … En base a lo descrito anteriormente responda:

Pregunta cuatro: ¿Con que frecuencia, solicitó el docente realizar las imaginaciones?

Muy frecuente		Frecuente		Poco frecuente		Nada frecuente	

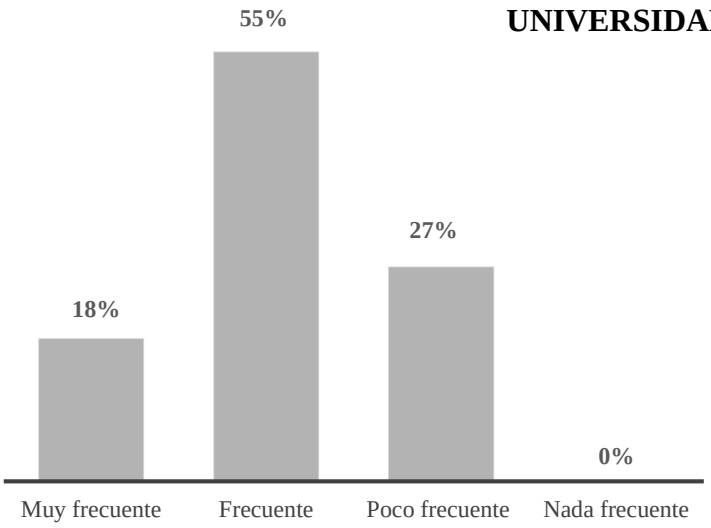


*Figura **2.2.4:*** Frecuencia en la que se ha solicitado hacer las imaginaciones

De los datos conseguidos, como se puede apreciar en la figura 2.2.4, la opción muy frecuente acumula el 18%, la opción frecuente con 55%, poco frecuente con el 27% y nada frecuente con el 0%, es decir que en las clases de Electromagnetismo es frecuente realizar este tipo de imaginaciones, dado si se suman las opciones de respuesta frecuente y muy frecuente se logra obtener un 73%.

Las razones que lleven al docente a solicitar este tipo de acciones, por parte de los alumnos, pueden ser varias.

Luego de haber dialogado con el profesor a cargo de la enseñanza del Electromagnetismo, se concluyó que una de las razones es la limitada existencia de materiales didácticos para la enseñanza de esta asignatura de alta complejidad.

Pregunta cinco: ¿Qué tan fácil resultó, para usted, hacer estas imaginaciones?

Muy fácil		Fácil		Nada fácil	

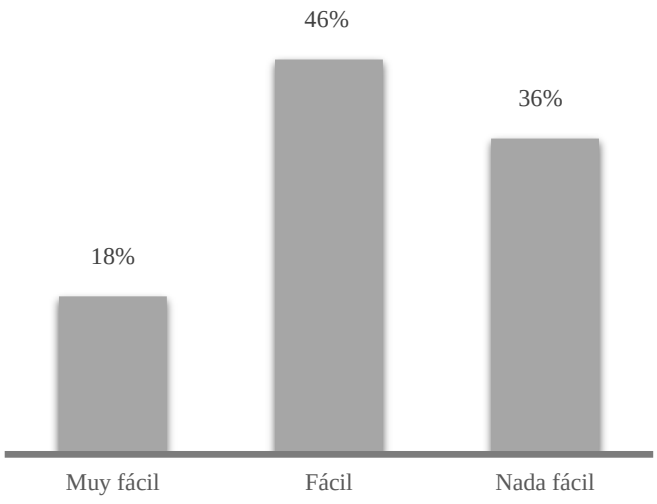


*Figura **2.2.5:*** Facilidad para realizar imaginaciones

Analizando los datos conseguidos se evidencia que apenas a un 18%, un poco menos de la quinta parte del total de los encuestados, les pareció muy fácil realizar las imaginaciones, a un 46 % les pareció fácil mientras que a un 36% no les pareció nada fácil.

Teniendo en cuenta a aquellos encuestados que no les pareció nada fácil realizar las imaginaciones, que son un poco más de la tercera parte, se evidencia claramente que sí existe dificultad al momento de realizar las imaginaciones.

Con este trabajo de titulación se implementó material didáctico, a fin de que el docente recurra menos al uso de las imaginaciones y así al estudiante se le facilite realizarlas, pues con estos materiales bastará con recordar lo visto en clase; de la misma manera éstas ayudarán a que los estudiantes mantengan una misma idea correcta de cada tema.

Pregunta seis: ¿Resultaron comprensibles, para usted, las explicaciones dadas por el docente?

Sí		No	

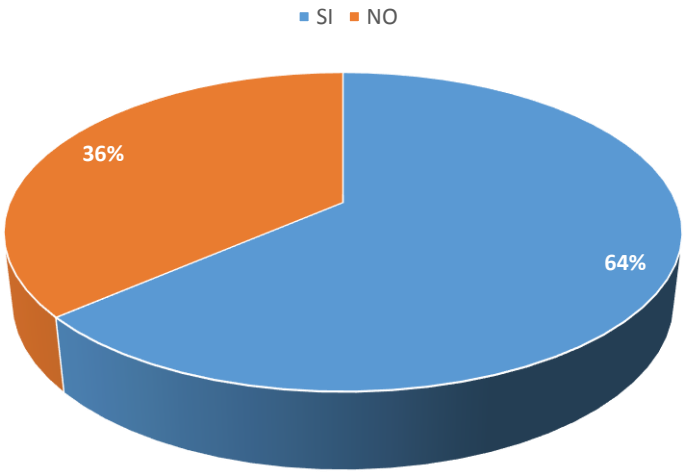


*Figura **2.2.6:*** Comprensibilidad en explicaciones dadas del docente

De la gráfica 2.2.6 se desprende que al 64% de los encuestados, que es algo más de las tres quintas partes, les resultaron comprensibles las explicaciones dadas por el docente mientras que al restante 36% no les resultaron comprensibles.

Ahora, ¿cuáles son las razones por las que no fueron comprensibles las explicaciones? De hecho pueden ser varias; sin embargo como ha sido tratado el tema en este trabajo de titulación hemos abordado tres, las cuales fueron la carencia del Cálculo Vectorial, la elevada cognición que requiere la asignatura y la carencia de materiales didácticos. A lo largo de este análisis ha quedado demostrada la existencia de las dos primeras razones, mientras que la tercera ha sido corroborada únicamente por parte del docente.

Por otra parte, analizando al 64% de los encuestados que dicen lo contrario, éstos podrían formar parte de las personas que no tienen dificultad en la realización de imaginaciones, es decir que poseen una desarrollada cognición, pero queda aún un vacío, el del Cálculo Vectorial, que como es de conocimiento de los estudiantes y autoridades de la carrera, esta temática no forma parte de la malla curricular.

Pregunta siete: Para usted, ¿cuál es el nivel de complejidad que poseen los contenidos de Electromagnetismo?

Muy Alta		Alta		Media		Baja	

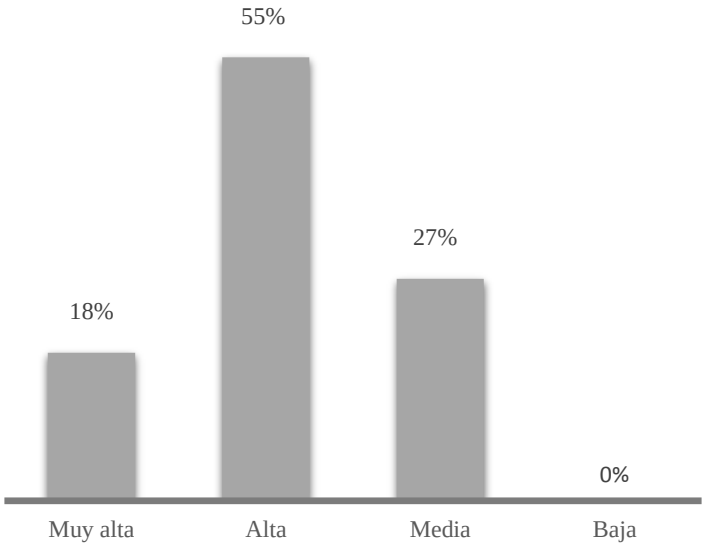


Figura 2.2.7: Nivel de complejidad del Electromagnetismo

En la gráfica 2.2.7 se aprecia que al 18% de las personas que respondieron la encuesta les parece de muy alta complejidad los contenidos del Electromagnetismo, al 55% les parece de alta complejidad, para un 27% los contenidos son de complejidad media, mientras que a un 0% les parece de baja complejidad.

Algo está corroborado, el Electromagnetismo no es de baja complejidad, lo confirma prácticamente el 100% de encuestados.

Con respecto al 18% y 55% de personas que dan como respuesta a la interrogante, muy alta y alta respectivamente, estas coinciden en algo, esto es, que el Electromagnetismo es de alta complejidad y conjuntamente dan un 73% ; de ahí que se demuestra por más de la mitad de la población encuestada que Electromagnetismo posee contenidos de alta complejidad.

Pregunta ocho: ¿Con qué frecuencia, el docente encargado de la asignatura, utilizó material didáctico para impartir la asignatura?

Siempre		Casi siempre		A veces	

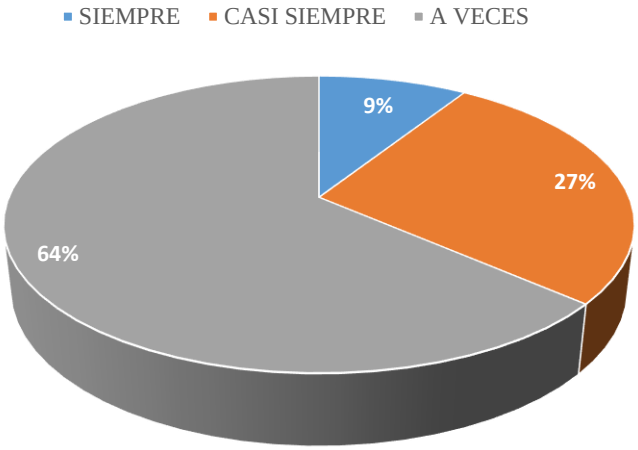


*Figura **2.2.8:*** Frecuencia en la que el docente usó material didáctico

Conforme los datos de la gráfica 2.2.8, se observa que las respuestas obtienen un porcentaje como sigue, siempre 9%, casi siempre 27 %, a veces 64% y nunca 0 %. De estas, el porcentaje más representativo es el 64% correspondiente a la opción a veces. La opción siempre y casi siempre con porcentajes de 9% y 27% respectivamente indican de manera clara que de alguna manera se usó material didáctico con frecuencia, en medida de lo posible, durante el desarrollo de las clases. De algo se puede estar seguro, en las clases de Electromagnetismo se ha usado material didáctico, así lo indica la opción de respuesta Nunca, con un porcentaje del 0%.

El limitado uso de material didáctico en la clase es debido al escaso número de materiales didácticos en el Laboratorio de Física, que en su gran medida han sido adquiridos por iniciativa del docente y en otros casos entregados como parte de trabajos de titulación de alumnos anteriores.

Pregunta nueve: ¿Cree usted que la comprensión de los siguientes temas se elevaría con la implementación de recursos didácticos manipulables en las clases de Electromagnetismo?

TEMAS	Sí	No	Tal vez
Campo Eléctrico Estático en vacío			
Campo Eléctrico Estático en Dieléctricos			
Corriente Eléctrica Estacionaria			
Campo Magnético			

Tabla 2.2.1.
La elevación de la comprensión con la implementación de material didáctico manipulable

TEMAS	Sí	No	Tal vez	Total
Campo Eléctrico Estático en vacío	6	0	5	11
Campo Eléctrico Estático en Dieléctricos	6	0	5	11
Corriente Eléctrica Estacionaria	7	0	4	11
Campo Magnético	6	0	5	11

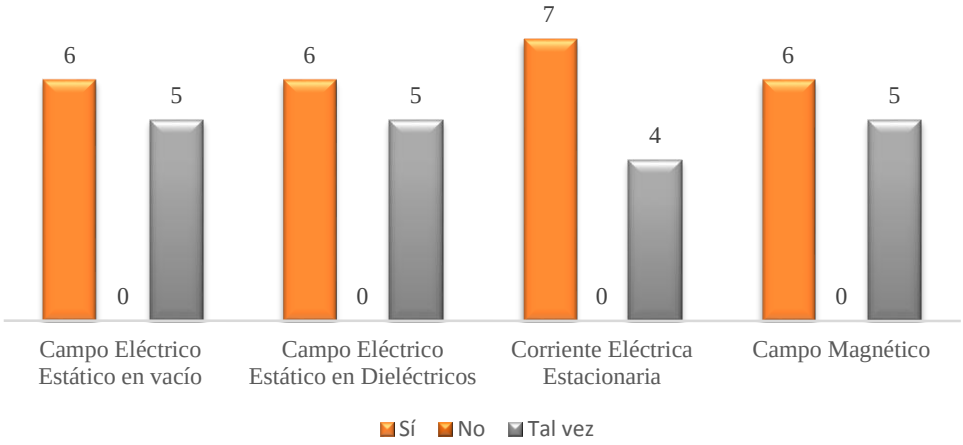


Figura 2.2.9: La elevación de la comprensión con la implementación de material didáctico manipulable

En la tabla 2.2.1 y en la gráfica 2.2.9 se observa que todas las personas encuestadas creen que se elevaría la comprensión de las cuatro temáticas, mediante la implementación de material didáctico manipulable. En el tema de Campo Eléctrico Estático en Vacío, 6 creen que sí elevaría la comprensión, 5 creen que tal vez; con respecto a Campo Eléctrico Estático en Dieléctricos, 6 creen que sí mientras que 5 creen que tal vez; en cuanto a Corriente Eléctrica se

refiere tenemos que 7 piensan que sí, 4 piensan que tal vez, refiriéndose a Campo Magnético 6 creen que sí, 4 piensan que tal vez. En todas las temáticas presentadas en la encuesta, la mayor parte de encuestados creen que sí se mejoraría la comprensión, de las mismas, implementando material didáctico manipulable. Es decir que las personas encuestadas creen que se requiere implementar los materiales didácticos a fin de mejorar la comprensión del Electromagnetismo, puesto que la mayor parte de los encuestados así lo confirman.

Pregunta diez: ¿Considera usted que es necesario el material didáctico para mejorar la comprensión de: Campo Eléctrico Estático en vacío, Campo Eléctrico Estático en Dieléctricos, Corriente Eléctrica Estacionaria, Campo Magnético propuestos en el texto?

Sí	No	Tal vez

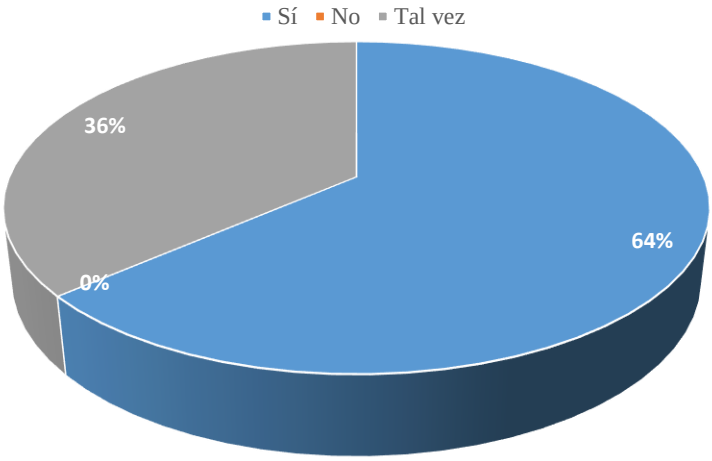


Figura ***2.2.10:*** Necesidad del material didáctico para mejorar la comprensión de temas de Electromagnetismo.

Del total de encuestados, el 64% consideran que es necesario el material didáctico para mejorar la comprensión de Campo Eléctrico Estático en vacío, Campo Eléctrico Estático en Dieléctricos, Corriente Eléctrica Estacionaria y Campo Magnético. El 36% considera que tal vez; conjuntamente los porcentajes de cada respuesta (Sí y Tal vez) dan un 100%, correspondiente a los 11 encuestados. Tomando en cuenta los datos obtenidos en la pregunta anterior, en la que la mayor parte de los encuestados creen que se requiere implementar material

didáctico y adhiriéndole que cerca del 70% de los encuestados consideran necesario el material didáctico, cabe decir que indiscutiblemente se debe implementar los materiales, puesto que son necesarios para mejorar la comprensión.

Pregunta once: A su criterio y con lo observado dentro del aula, ¿qué nivel de retención y retroalimentación generaría el uso de material didáctico para el desarrollo de los temas: Campo Eléctrico Estático en vacío, Campo Eléctrico Estático en Dieléctricos, Corriente Eléctrica Estacionaria, Campo Magnético, siendo 1 el nivel más bajo y 5 el más alto?

Niveles	1	2	3	4	5
Marque					

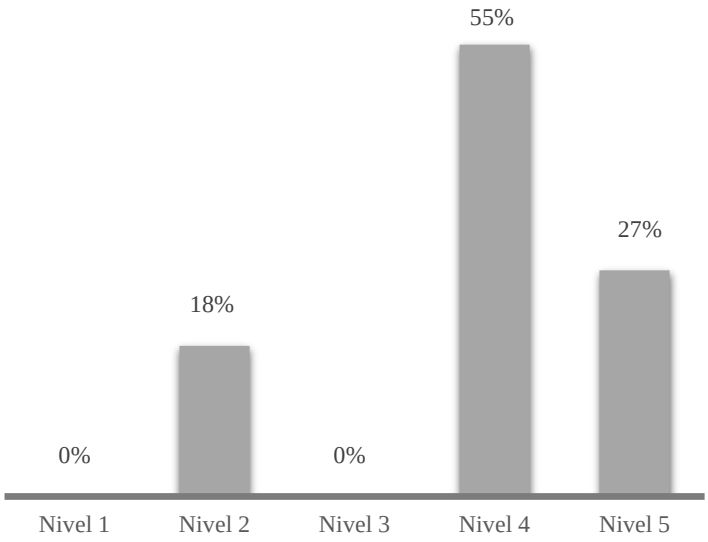


Figura 2.2.11: Creencia del nivel de retención y retroalimentación generado por el material didáctico en ciertos temas.

En la gráfica 2.2.11 se aprecia que el 27% de las personas que respondieron la encuesta piensan que generaría un nivel 5 de retención, el 55% piensa que generaría un nivel 4, el 0% un nivel 3%, el 18% un nivel 2 y un 0% un nivel 1. De lo antes mencionado, se concluye que la mayor parte de los encuestados (55%), creen que el uso de material didáctico generaría un nivel 4 de retención y retroalimentación, que corresponde a un nivel medio alto; si se tiene en cuenta al 27% que cree que generaría un nivel 5, el cual corresponde a un nivel alto, se diría

que el 82% de encuestados cree que al menos generaría un nivel medio alto de retención y retroalimentación. Por lo tanto con esta interrogante queda demostrado la necesidad de materiales didácticos en la asignatura de Electromagnetismo, puesto que ayudarán a mejorar la retención y retroalimentación en los temas de Campo Eléctrico Estático en vacío, Campo Eléctrico Estático en Dieléctricos, Corriente Eléctrica Estacionaria y Campo Magnético.

Pregunta doce: ¿Cuál es el nivel de comprensión que piensa que posee usted sobre los temas: Campo Eléctrico Estático en vacío, Campo Eléctrico Estático en Dieléctricos, Corriente Eléctrica Estacionaria? Marque en la casilla correspondiente, considere que 1 es el nivel más bajo y 5 el nivel más alto.

Niveles	1	2	3	4	5
Marque					

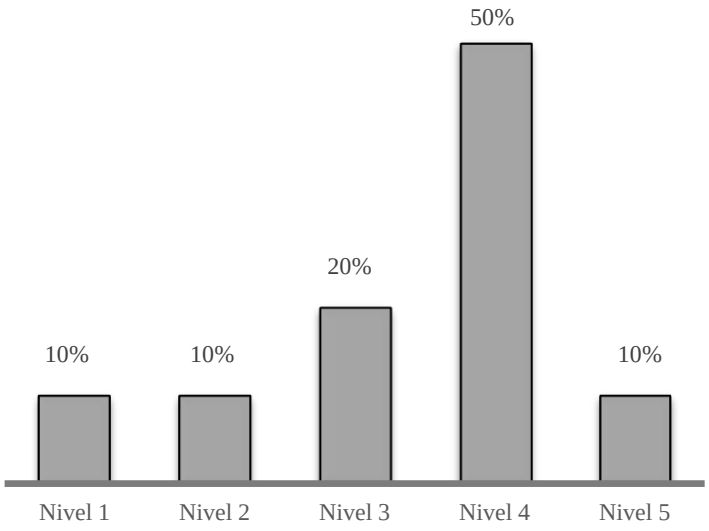


Figura ***2.2.12:*** Niveles de compresión que poseen los encuestados

Con respecto a los niveles utilizados para esta interrogante cabe indicar que están en una escala, cualitativa en la cual el nivel 5 corresponde a un nivel alto, el nivel 4 a medio alto, el nivel 3 a nivel medio, el nivel 2 a un nivel regular y el nivel uno a un nivel insuficiente.

A un nivel alto de comprensión accede un 10% de encuestados lo cual indica que el restante 90% no presenta una comprensión óptima y eso es lo que se busca en toda asignatura. Con esta propuesta se trata de llegar a niveles óptimos de comprensión en más estudiantes de Electromagnetismo.

Lo revelado en esta interrogante resulta un tanto opuesto a lo que han ido indicado los encuestados en las anteriores preguntas, pues la mayoría está de acuerdo en implementar material didáctico para mejorar la comprensión , puesto que lo consideran necesario, además de estar conscientes de su limitada existencia entonces, si es que están de acuerdo en que lo materiales didácticos mejorarían la comprensión, ¿Cómo es que la mayoría dice tener un nivel de comprensión que oscila entre el alto y medio alto ?. Lo anterior podría ser producto de percepciones o temores, pues pocos reconocerían sus debilidades menos aún en una asignatura tan importante.

Discusión de resultados

Con la encuesta se puede apreciar que los estudiantes consideran al Cálculo Vectorial como un prerrequisito para abordar el estudio del Electromagnetismo; a pesar de ser estudiado de manera rápida como parte de los temas presentes en el texto de Electromagnetismo, los encuestados presentan niveles bajos de conocimiento. De ahí que éstos consideran de mucha utilidad conocer el Cálculo Vectorial para obtener una adecuada comprensión del Electromagnetismo.

Así mismo, con la encuesta se ratifica que el Electromagnetismo es de alta complejidad, puesto que así lo consideran los encuestados.

Los estudiantes de esta asignatura han indicado que realizar imaginaciones de ciertas temáticas durante las clases de Electromagnetismo es bastante frecuente; de ahí que a la mayor parte de ellos no les resulte sencillo realizarlas. Como se ha indicado anteriormente, la enseñanza del Electromagnetismo demanda una desarrollada imaginación espacial puesto que es común realizar este tipo de imaginaciones durante las clases; esto se debe en gran medida a la necesidad de objetos manipulables que se requieren para cada temática específica; es por esa razón que se solicita a los estudiantes realizar estas imaginaciones.

Los resultados reflejan que el uso de material didáctico en las clases de Electromagnetismo, no es frecuente. En opinión del docente, quien imparte la asignatura, esta situación se da debido a la casi inexistencia de materiales didácticos propios para cada temática.

La encuesta refleja que, a altos niveles de comprensión de los temas de: Campo Eléctrico Estático en vacío, Campo Eléctrico Estático en Dieléctricos, Corriente Eléctrica Estacionaria, accede un bajo porcentaje de estudiantes encuestados.

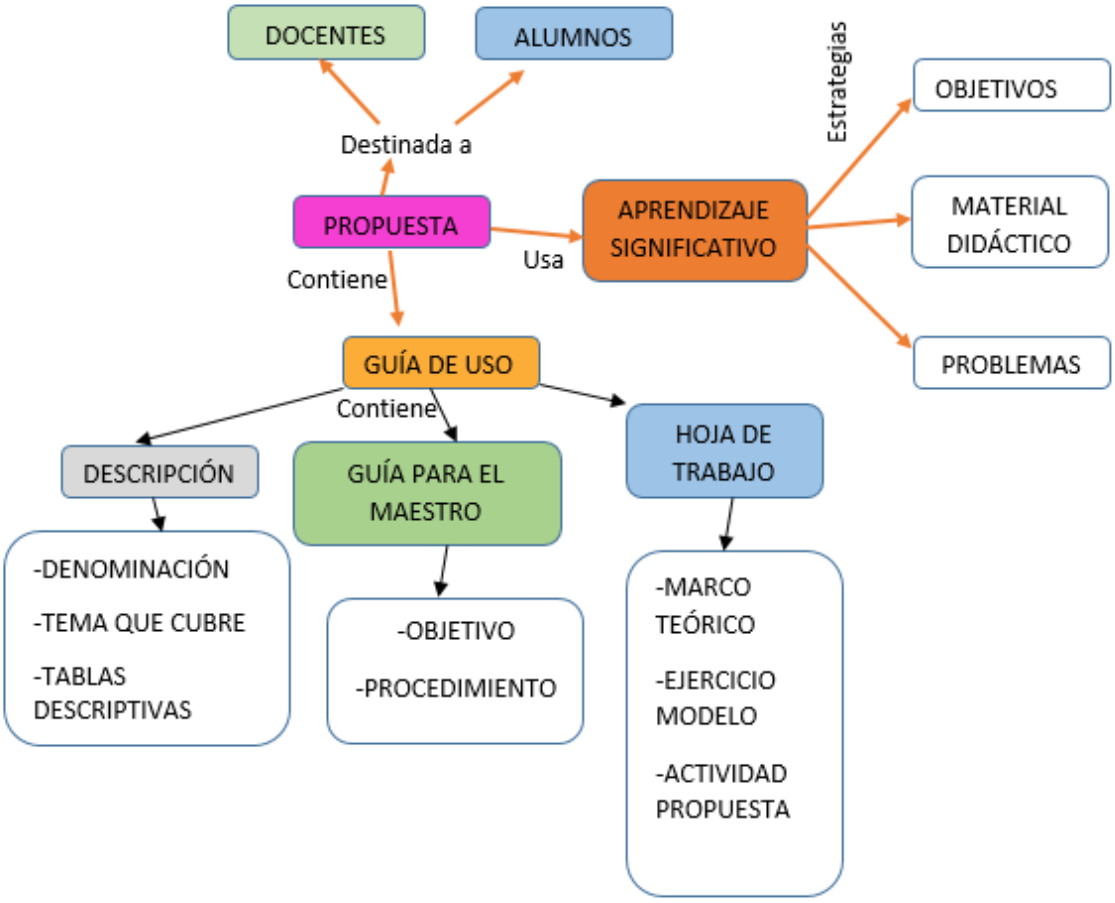
En un alto porcentaje, los estudiantes de la carrera consideran que son necesarios materiales didácticos en las clases de Electromagnetismo; de la misma manera indican que la comprensión se elevaría con la implementación de dichos materiales. Así mismo destacan que el uso de material didáctico generaría altos niveles de retención y retroalimentación en los temas de Campo Eléctrico Estático en vacío, Campo Eléctrico Estático en Dieléctricos, Corriente Eléctrica Estacionaria.

En conclusión, los estudiantes están de acuerdo en que la comprensión de los temas Campo Eléctrico Estático en vacío, Campo Eléctrico Estático en Dieléctricos, Corriente Eléctrica Estacionaria se elevaría con la implementación de materiales didácticos específicos. Adicional a esto, se elaboró material didáctico relacionado con el Cálculo Vectorial, para contribuir con el aprendizaje, pues como se ha dicho anteriormente, éste se encuentra muy ligado al Electromagnetismo.

CAPÍTULO TRES PROPUESTA Y VALIDACIÓN

Estructura de la propuesta

Gráfica 3.1.1: Estructura de la propuesta



Introducción

Esta propuesta elaboró material didáctico, el cual contiene una guía de uso, que a su vez contiene tres apartados que son: descripción, guía para el maestro y una hoja de trabajo.

En la descripción se detallan aspectos del material didáctico como: denominación del dispositivo, tema para el cual está destinado y tablas descriptivas que indican: elementos, colores, materiales, cantidad, etc.

La guía para el maestro, da a conocer el objetivo del material didáctico y un modelo de procedimiento que puede seguir el docente para utilizar los diferentes materiales didácticos en el respectivo tema. Con el objetivo se pretende la activación de conocimientos previos, de los estudiantes. En el procedimiento, el docente debe usar el material didáctico para la construcción del conocimiento.

En la hoja de trabajo se encuentra el marco teórico, el cual da breves conceptos fundamentales sobre la temática respectiva; también incluye un ejercicio modelo y actividades propuestas, de cada tema, para de esta manera consolidar el aprendizaje del estudiante. Con la hoja de trabajo, se pretende desarrollar un refuerzo didáctico, el cual hace énfasis en los tres momentos de la clase. El marco teórico presenta un resumen de conceptos y ecuaciones relevantes de cada tema y permite consolidar el momento didáctico desarrollado por el docente. Con el ejercicio modelo se da una aplicación práctica de la temática abordada. La actividad propuesta consolida los conocimientos, construidos por el estudiante, al realizar ejercicios de manera individual.

Matriz de Planeación

La siguiente tabla muestra los diversos materiales y su inserción en temas específicos abarcados por el texto de electromagnetismo del Dr. Santiago Avecillas.

Tabla 3.1.2

Matriz de planeación

UNIDAD	SUB-UNIDAD	TEMA	MATERIAL DIDÁCTICO	ACTIVIDADES
FUNDAMENTACIÓN MATEMÁTICA	CÁLCULO VECTORIAL	Sistema de referencia Cartesiano	Sistema de referencia bidimensional	Hoja de trabajo
			Sistema de referencia tridimensional	
		Campo escalar y vectorial	Gráfica de Campo escalar	Hoja de trabajo
			Gráfica de Campo vectorial	Hoja de trabajo
CAMPO ELÉCTRICO	CAMPO ELÉCTRICO ESTÁTICO	Intensidad de campo eléctrico	Campo de un anillo con carga	Hoja de trabajo
			Campo de un disco con carga .	Hoja de trabajo
		Relación entre la intensidad de campo y su potencial	Superficies equipotenciales	Hoja de trabajo
		Cascarones conductores delgados con carga distribuida	Diagramas de E, V y σ para un cascarón conductor con carga	Hoja de trabajo
	CAMPO ELÉCTRICO ESTÁTICO EN DIELÉCTRICOS	Línea de Carga	Campo de una línea de carga	Hoja de trabajo
			Campo de un cable coaxial	Hoja de trabajo
		Laplaciano de V e Intensidad de Campo Eléctrico	Campo entre dos placas paralelas planas	Hoja de trabajo

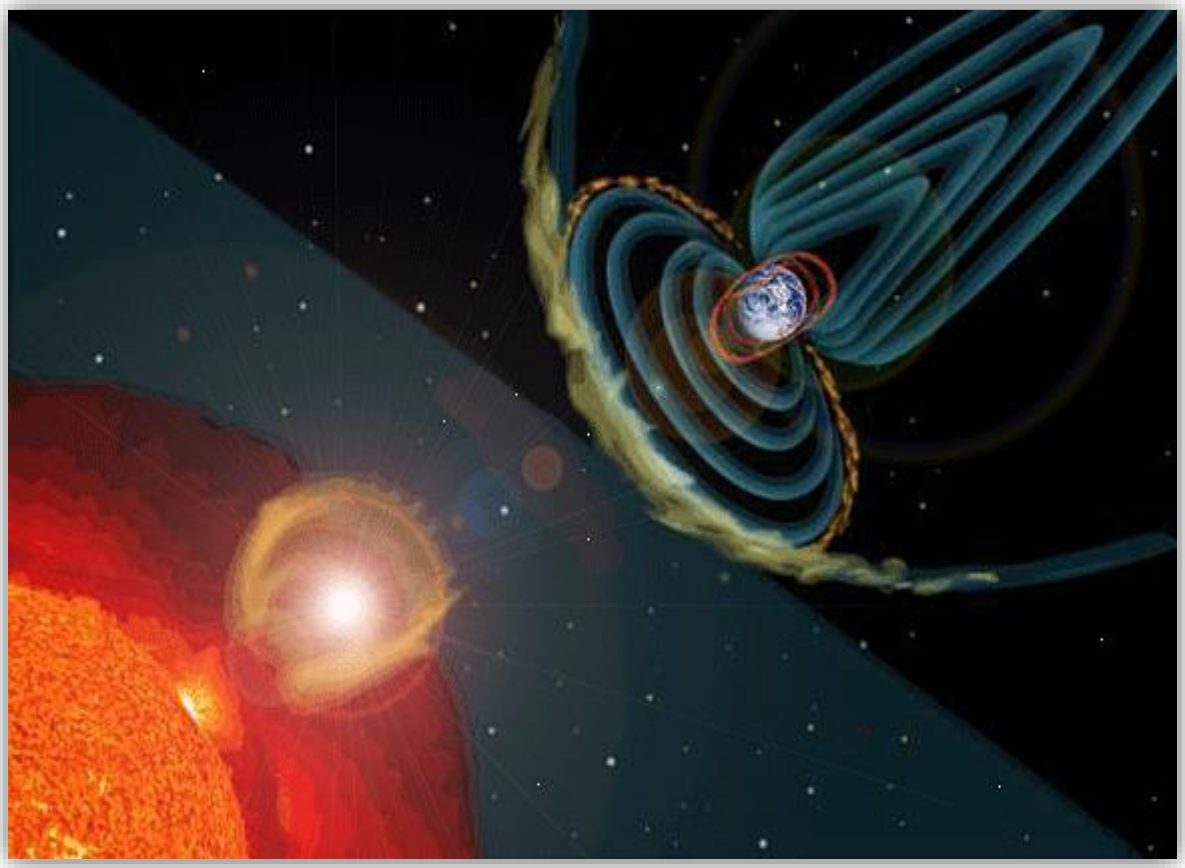
Diseño, elaboración del material didáctico, y sus respectivas guías de uso para la enseñanza de: Cálculo Vectorial, Campo Eléctrico Estático, Campo Eléctrico Estático en Dieléctricos.

UNIVERSIDAD DE CUENCA

FACULTAD DE FILOSOFÍA, LETRAS Y CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN.
CARRERA DE MATEMÁTICAS Y FÍSICA.

"ELABORACIÓN DE MATERIAL DIDÁCTICO PARA MEJORAR LA COMPRENSIÓN DEL ELECTROMAGNETISMO"

"GUÍA DE USO"



CUENCA-ECUADOR

2017

DENOMINACIÓN DEL MATERIAL
SISTEMA DE COORDENADAS
TEMAS QUE CUBRE
VARIOS

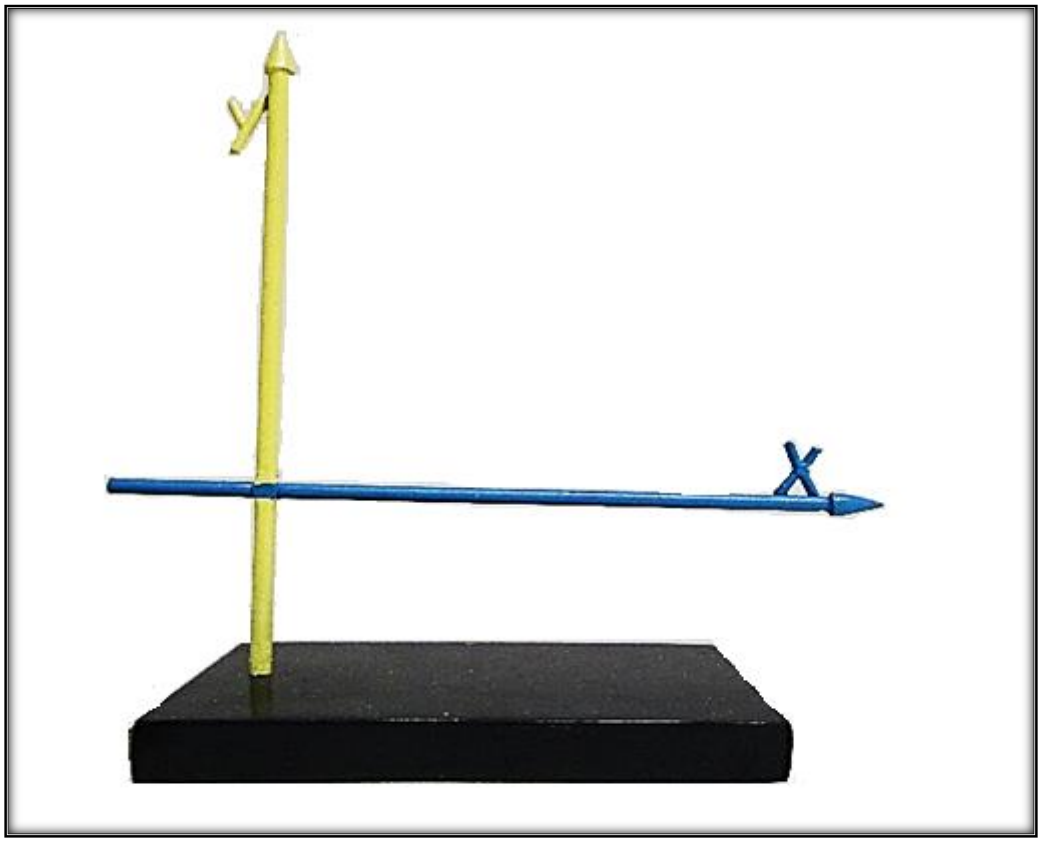


Figura 3.2.1: Sistema de referencia cartesiano bidimensional

Tabla 3.2.1
Descripción sistema de referencia cartesiano bidimensional

DESCRIPCIÓN				
ELEMENTO	**MATERIAL**	**COLOR**	**CANTIDAD**	**REPRESENTA**
Eje X	Alambre Galvanizado	Celeste	Uno	Abscisa
Eje Y	Alambre Galvanizado	Amarillo	Uno	Ordenada

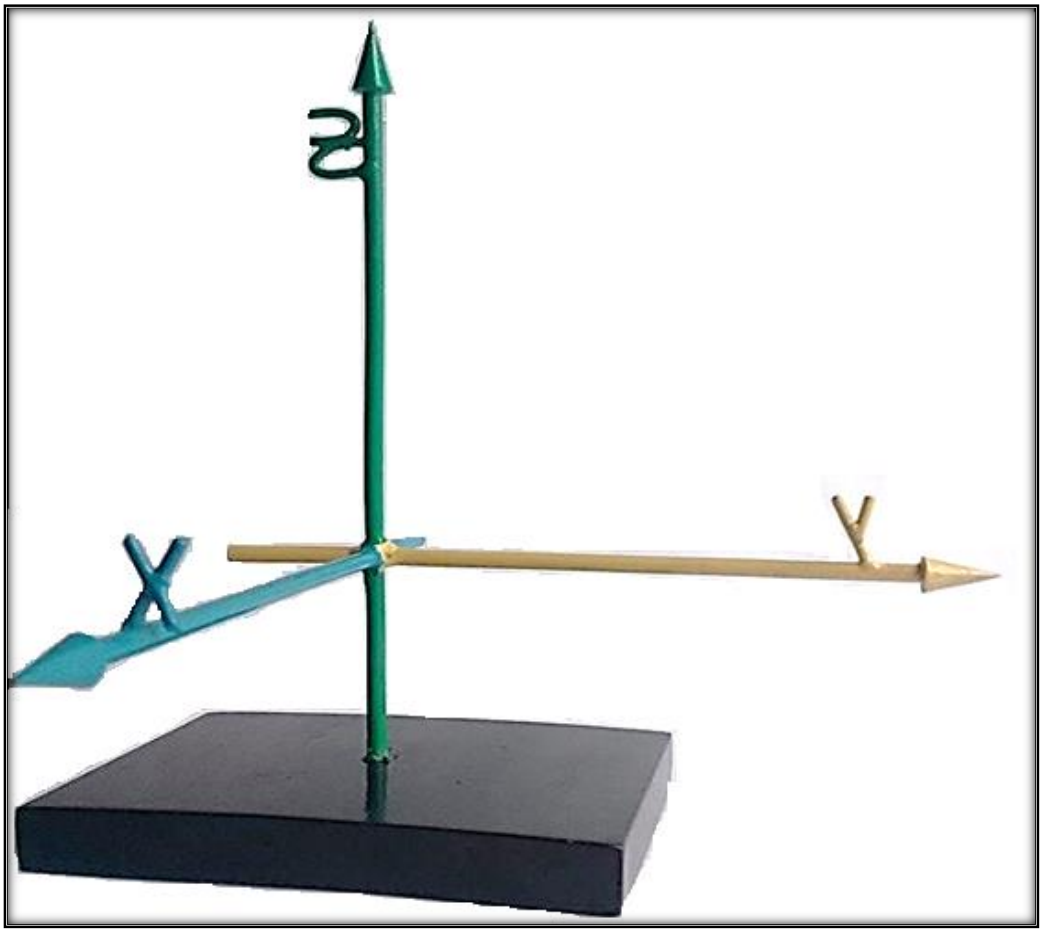


Figura 3.2.2: Sistema de referencia cartesiano tridimensional

Tabla 3.2.2
Descripción sistema de referencia cartesiano tridimensional

DESCRIPCIÓN				
ELEMENTO	**MATERIAL**	**COLOR**	**CANTIDAD**	**REPRESENTA**
Eje X	Alambre Galvanizado	Celeste	Uno	Abscisa
Eje Y	Alambre Galvanizado	Amarillo	Uno	Ordenada
Eje Z	Alambre Galvanizado	Rosado	Uno	Coordenada Espacial

GUÍA PARA EL MAESTRO

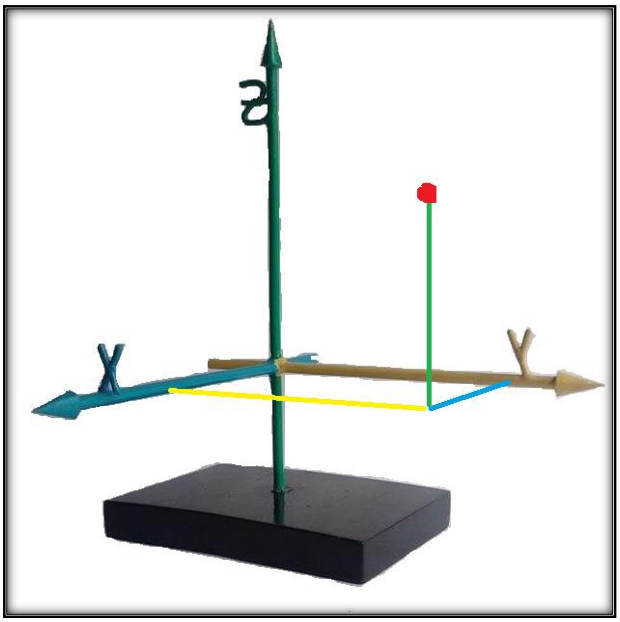
SISTEMAS DE COORDENADAS CARTESIANAS

Objetivo: Conocer el sistema de coordenadas cartesiano, en dos y tres dimensiones.

Procedimiento:

a) Presente el material didáctico, indique las características de cada sistema (cuadrantes, ejes). Para ello tome en cuenta la siguiente gráfica.

b) Con ayuda de una canica bosqueje la ubicación de un punto ubicado en el espacio.



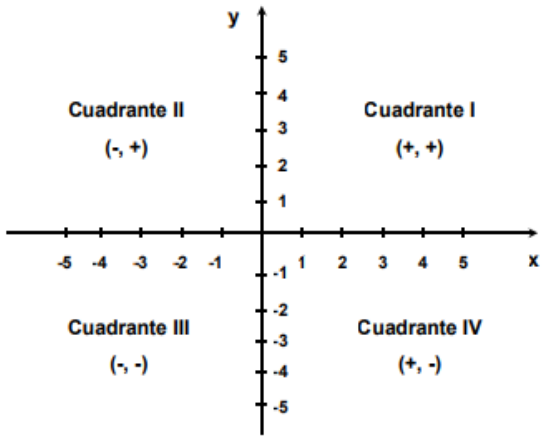
c) En temas de Cinemática y Dinámica emplee los sistemas de referencia para la explicación.

HOJA DE TRABAJO

MARCO TEÓRICO: SISTEMA DE REFERENCIA

Sistema Coordenado Bidimensional

Es un sistema formado por dos ejes numéricos perpendiculares donde su origen es el punto en que se cruzan. Se genera estableciendo una correspondencia biunívoca entre los puntos de un plano y los elementos de todas las parejas ordenadas de números reales. Esto quiere decir que se genera un plano a partir de una infinidad de puntos.

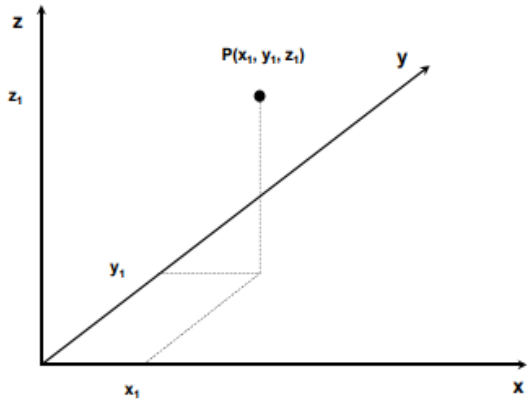


Se forman cuatro regiones llamadas cuadrantes. El eje horizontal $\boldsymbol{x}$ recibe el nombre de eje de las abscisas. El eje vertical $\boldsymbol{y}$ recibe el nombre de eje de las ordenadas.

Para ubicar un punto en el plano se utiliza la siguiente notación: $\boldsymbol{P}(\,\boldsymbol{x};\boldsymbol{y}\,)$

Sistema Coordenado Tridimensional

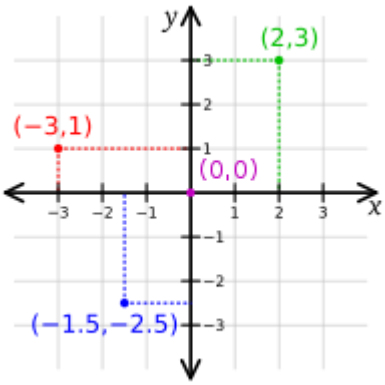
Es un sistema formado por tres ejes numéricos perpendiculares donde su origen es el punto en que se cruzan. Se forma estableciendo una correspondencia biunívoca entre los puntos de un espacio y los elementos de todas las ternas ordenadas de números reales. Esto quiere decir que se genera un volumen a partir de una infinidad de puntos.



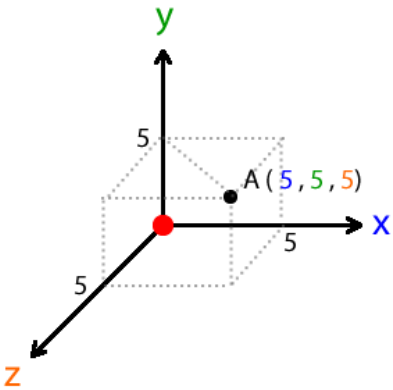
Se forman ocho regiones llamadas octantes. El eje $\boldsymbol{x}$ recibe el nombre de eje de las abscisas. El eje $\boldsymbol{y}$ recibe el nombre de eje de las ordenadas. El eje $\boldsymbol{z}$ recibe el nombre de eje de las cotas. Para ubicar un punto en el espacio se utiliza la siguiente notación: $\boldsymbol{P}(\boldsymbol{x},\boldsymbol{y},\boldsymbol{z})$ es decir de forma similar que en un plano.

EJERCICIOS MODELO:

1) Ubique los siguientes puntos en el sistema cartesiano $(-\mathbf{3};\mathbf{1}),(\mathbf{0};\mathbf{0})$, $(\mathbf{2};\mathbf{3})$ $\boldsymbol{y}$ $(-\mathbf{1},\mathbf{5};-\mathbf{2},\mathbf{5})$



2) Ubique los siguientes puntos en el sistema cartesiano $(\mathbf{5};\mathbf{5};\mathbf{5})$



ACTIVIDADES PROPUESTAS:

a. Ubique los siguientes puntos en el sistema cartesiano $\boldsymbol{P}(\mathbf{3};\ \mathbf{2};\ \mathbf{2})\boldsymbol{y}\ \boldsymbol{Q}(\mathbf{3};\ \mathbf{1};\ -\mathbf{3})$

b. Investigue en sus dispositivos móviles algunos ejemplos de sistemas de coordenadas.

DENOMINACIÓN DEL MATERIAL

GRÁFICA DE CAMPOS: ESCALAR Y VECTORIAL

TEMAS QUE CUBRE

CAMPO ESCALAR Y CAMPO VECTORIAL

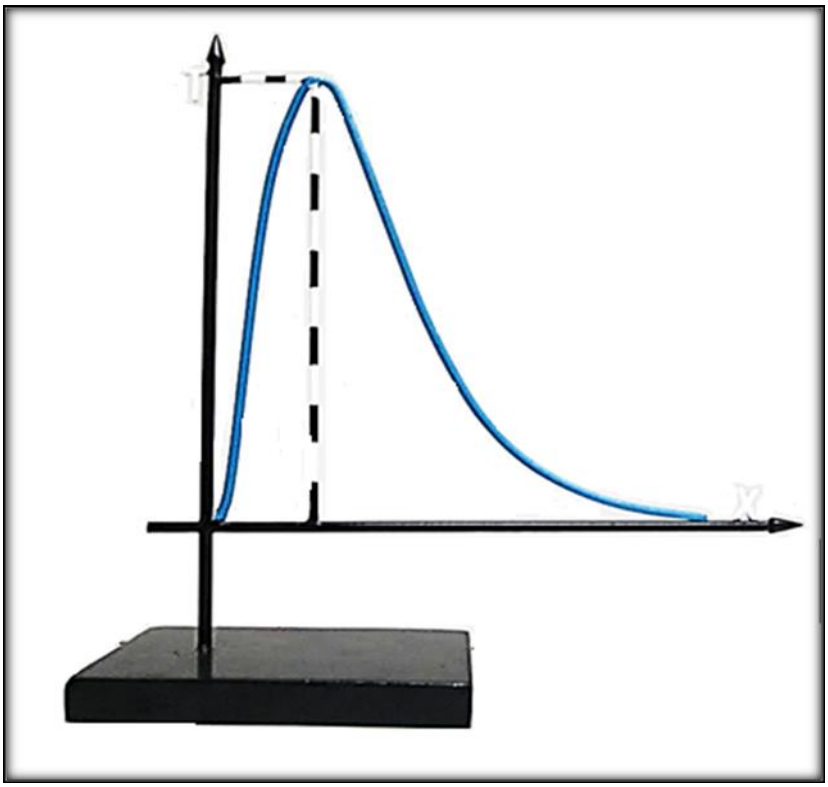


Figura 3.2.3: Curva de campo escalar.

Tabla 3.2.4
Descripción curva de campo escalar

DESCRIPCIÓN				
ELEMENTO	**MATERIAL**	**COLOR**	**CANTIDAD**	**REPRESENTA**
Eje X	Alambre Galvanizado	Negro	Uno	Abscisa
Eje T	Alambre Galvanizado	Negro	Uno	Temperatura
Curva	Alambre Galvanizado	Celeste	Uno	Gráfica
Líneas entrecortadas	Alambre Galvanizado	B/N	Uno	Líneas Auxiliares
Base	Madera	Negro	Uno	Soporte

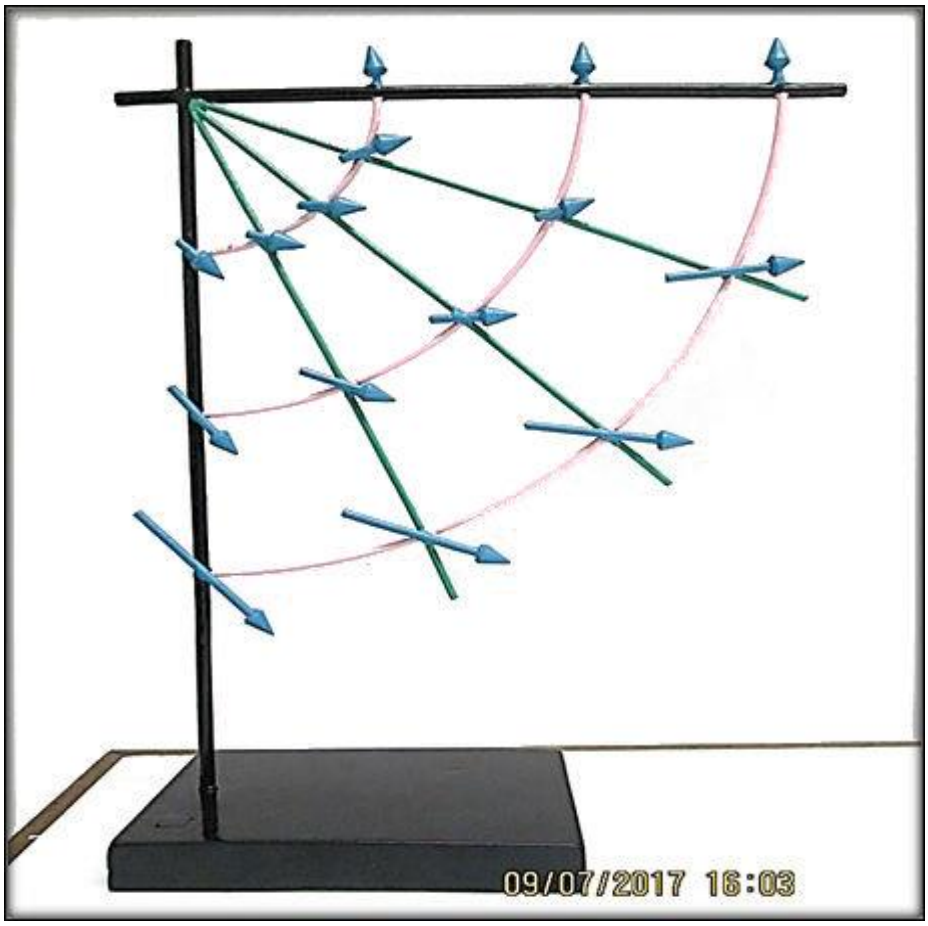


Figura 3.2.4: Campo Vectorial en coordenadas esféricas

Tabla 3.2.4
Descripción curva de campo vectorial en coordenadas esféricas

DESCRIPCIÓN				
ELEMENTO	**MATERIAL**	**COLOR**	**CANTIDAD**	**REPRESENTA**
Soporte	Alambre Galvanizado	Negro	Uno	Ejes
Línea Curva	Alambre Galvanizado	Rosado	Tres	Axial
Línea Recta	Alambre Galvanizado	Verde	Tres	Radial
Vector	Alambre Galvanizado	Celeste	Quince	Campo vectorial
Base	Madera	Negro	Uno	Soporte

GUÍA PARA EL MAESTRO

CAMPO ESCALAR Y CAMPO VECTORIAL

Objetivo: Precisar estos dos conceptos, sus semejanzas y sus grandes diferencias. Capacitar al alumno para la graficación en el campo escalar**.**

Procedimiento:

a. Presente el material didáctico, dé una breve indicación acerca de su conceptualización, diga qué representan los ejes, gráficas y demás aspectos pertinentes. Tome como guía las siguientes gráficas

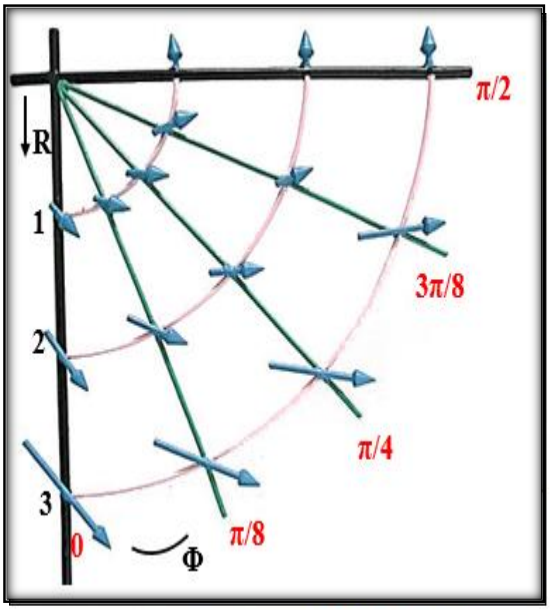
Para el caso del campo vectorial en coordenadas esféricas, es necesario indicar como se procede para elaborar la gráfica vectorial, de manera manual.

Adicional a ello puede usar la graficadora de campos vectoriales de Geogebra en el siguiente link

https://www.geogebra.org/m/V9Afznt5

O puede usar la graficadora da Graphme.net

http://graphme.net/campos_vectoriales



b. En la pizarra encuentre la gráfica de la función $\boldsymbol{T = 2x^2e^{-x}}$.

c. Con ayuda de la maqueta indique la relación de la gráfica de la pizarra con dicha maqueta.

d. Utilizando su graficadora corrobore la gráfica de la función presentada y representada en la maqueta. Para visualizar correctamente la gráfica use los siguientes rangos en su graficadora.

X min: 0 Y min: 0

X máx:10 Y máx.: 1,2

HOJA DE TRABAJO

MARCO TEÓRICO:CAMPO ESCALAR Y CAMPO VECTORIAL

Se suele decir que la Física es la ciencia que estudia los campos de la naturaleza, sus leyes, ecuaciones, relaciones, etc. ¿Pero qué es un campo?... Una forma intuitiva y aproximada de definirlo es la siguiente:

"Campo es la región del espacio en la que puede ser observada, medida, estudiada y definida alguna propiedad o parámetro físico de la naturaleza".

Pero sabemos que las propiedades físicas o cantidades medibles pueden ser escalares o vectoriales; en consecuencia deben existir en la naturaleza campos escalares y campos vectoriales.

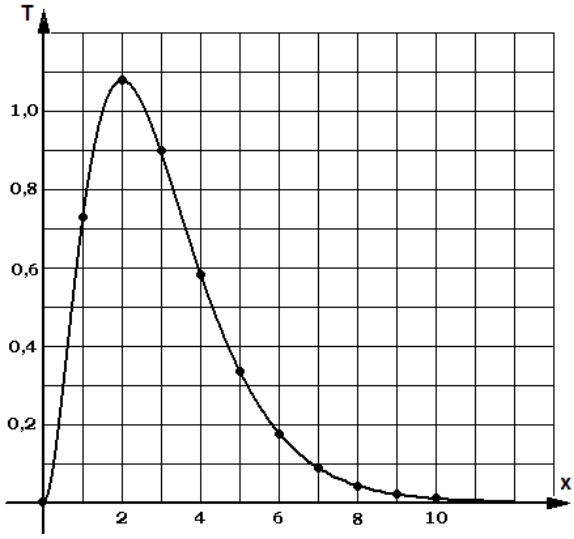
Un campo es escalar cuando con cada punto de la región se puede asociar una cantidad escalar, por ejemplo temperaturas, densidades, presiones, humedades, iluminaciones, etc.

Un campo es vectorial cuando con cada punto de la región se puede asociar una cantidad vectorial, por ejemplo intensidad gravitacional, densidad de flujo magnético, intensidad de campo eléctrico, velocidades de un fluido, etc.

EJERCICIOS MODELO:

1) Dado el campo escalar $\boldsymbol{T = 3x^2e^{-2x}}$, construya la correspondiente gráfica para $\{\mathbf{0 \leq x \leq 10}\}$.

x	T
0	0,000
1	0,406
2	0,220
3	0,667
4	0,016
5	0,003
6	0,0006
7	0,00001
8	0,00002
9	3,7E-6
10	6,2E-7



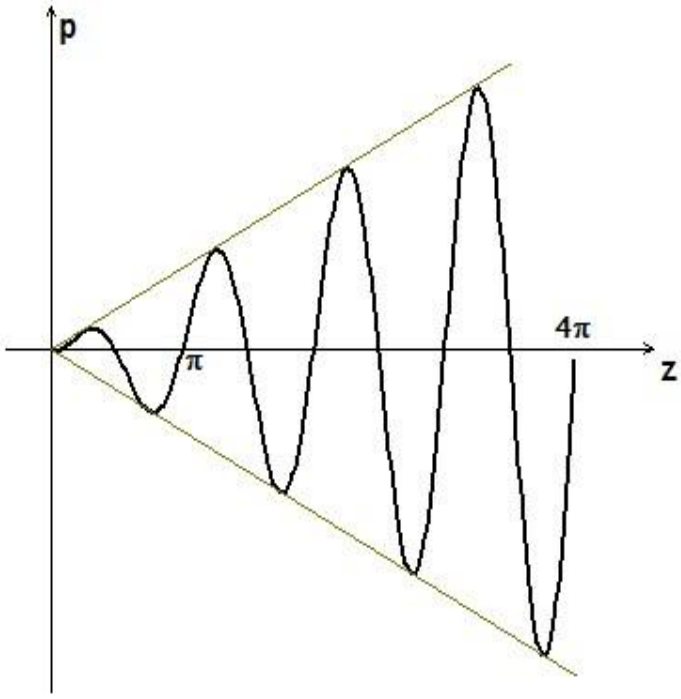
2) Usando la graficadora, construya la gráfica del campo escalar $p = 0{,}2z\,Sen\,2z,$ para $\{0 \leq z \leq 4\pi\}$. Use los siguientes rangos en su graficadora

X min: 0

X máx: 4π

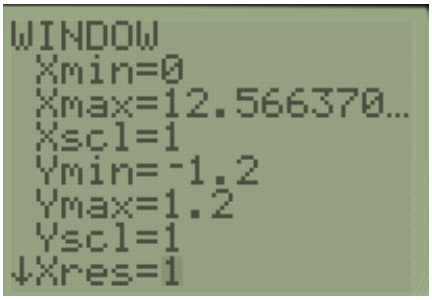
Y min: -2,1

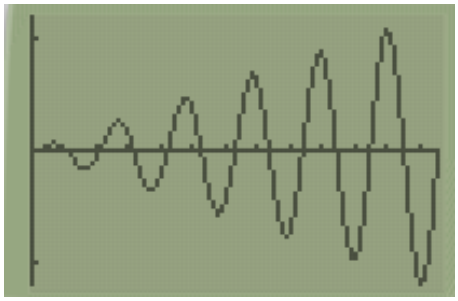
Y máx: 2,1



ACTIVIDADES PROPUESTAS:

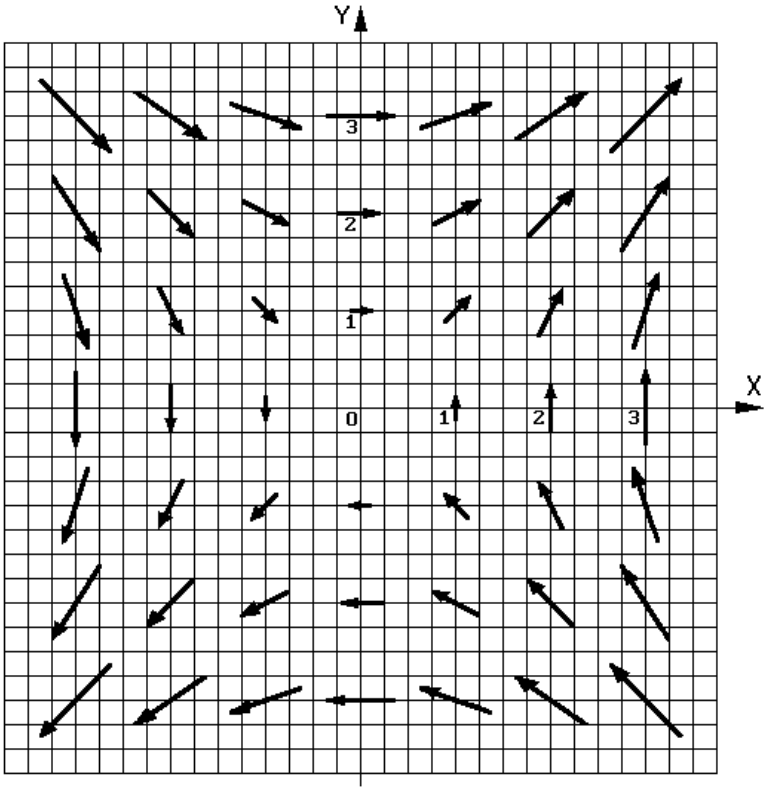
a. Construya la gráfica del campo escalar $\boldsymbol{p = 0,1zSen3z}$, para $\{\boldsymbol{0 \leq z \leq 4\pi}\}$





b. Construya la gráfica del campo vectorial para $\vec{B} = y\vec{i} + x\vec{j}$ para $|x| \leq 3$ & $|y| \leq 3$.

x	y	$\vec{B}$
± 3	0	$\pm 3\vec{j}$
± 3	± 1	$\pm\vec{i} \pm 3\vec{j}$
± 3	± 2	$\pm 2\vec{i} \pm 3\vec{j}$
± 3	± 3	$\pm 3\vec{i} \pm 3\vec{j}$
± 2	0	$\pm 2\vec{j}$
± 2	± 1	$\pm\vec{i} \pm 2\vec{j}$
± 2	± 2	$\pm 2\vec{i} \pm 2\vec{j}$
± 2	± 3	$\pm 3\vec{i} \pm 2\vec{j}$
± 1	0	$\pm\vec{j}$
± 1	± 1	$\pm\vec{i} \pm \vec{j}$
± 1	± 2	$\pm 2\vec{i} \pm \vec{j}$
± 1	± 3	$\pm 3\vec{i} \pm \vec{j}$
0	0	
0	± 1	$\pm\vec{i}$
0	± 2	$\pm 2\vec{i}$
0	± 3	$\pm 3\vec{i}$



DENOMINACIÓN DEL MATERIAL
CAMPO DE: UN ANILLO CON CARGA, UN DISCO CON CARGA
TEMAS QUE CUBRE
INTENSIDAD DE CAMPO ELÉCTRICO

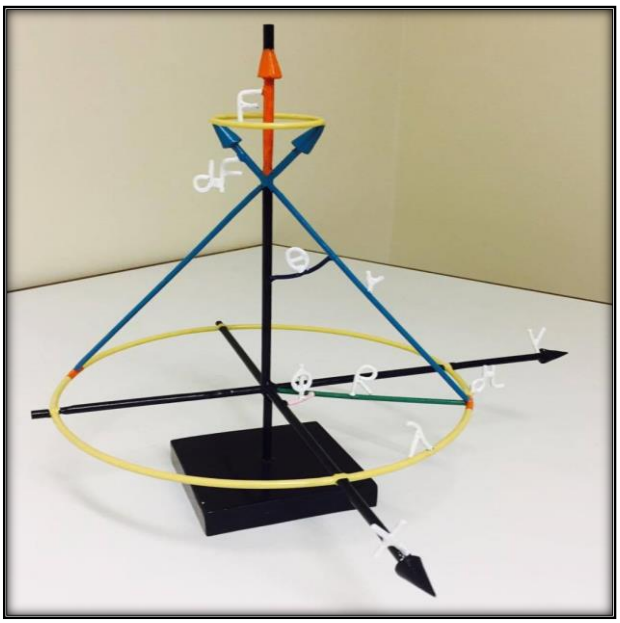


Figura 3.2.5 Campo de un anillo con carga

Tabla 3.2.5
Descripción campo de un anillo con carga

DESCRIPCIÓN				
ELEMENTO	**MATERIAL**	**COLOR**	**CANTIDAD**	**REPRESENTA**
Ejes	Alambre Galvanizado	Negro	Tres	Eje X Eje Y Eje Z
Anillos	Alambre Galvanizado	Amarillo	Dos	Distribución de carga
Vectores	Alambre Galvanizado	Celeste Naranja	Dos Uno	Vectores de Fuerza Intensidad de Campo
R, Φ, Θ	Alambre Galvanizado	Blanco	Tres	Elementos geométricos
dL	Alambre Galvanizado	Naranja	Uno	Diferencial de línea

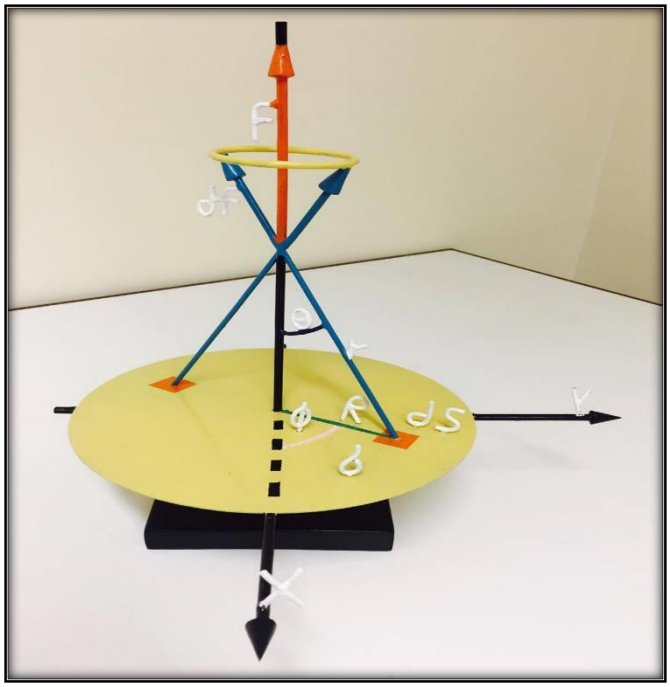


Figura 3.2.6: Campo de un disco con carga

Tabla 3.2.6
Descripción campo de un disco con carga

DESCRIPCIÓN				
ELEMENTO	**MATERIAL**	**COLOR**	**CANTIDAD**	**REPRESENTA**
Ejes	Alambre Galvanizado	Negro	Uno	Eje X Eje Y Eje Z
Anillo	Alambre Galvanizado	Amarillo	Uno	Distribución de carga
Disco	Acero	Amarillo	Uno	Región del vacío
Vectores	Alambre Galvanizado	Celeste Naranja	Dos Uno	Vectores de Fuerza Intensidad de Campo
R, Φ, Θ	Alambre Galvanizado	Blanco	Tres	Elementos geométricos
dS	Alambre Galvanizado	Naranja	Uno	Diferencial de superficie

GUÍA PARA EL MAESTRO

INTENSIDAD DE CAMPO ELÉCTRICO

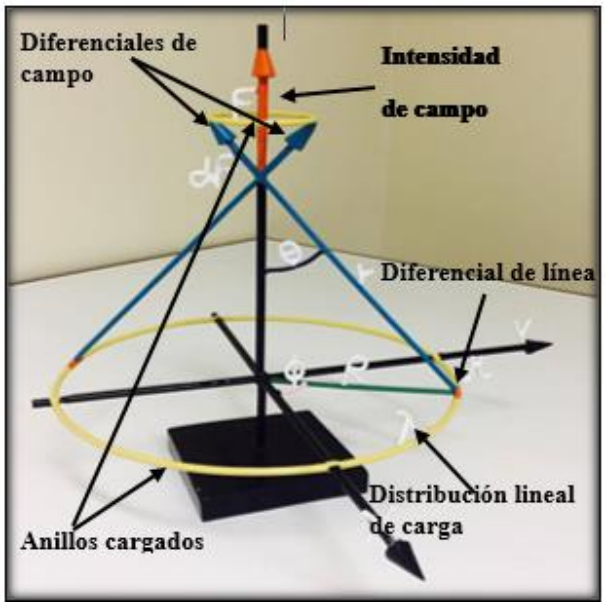
Objetivo: Introducir este concepto tan útil dentro del estudio de los campos vectoriales, entre ellos el campo eléctrico.

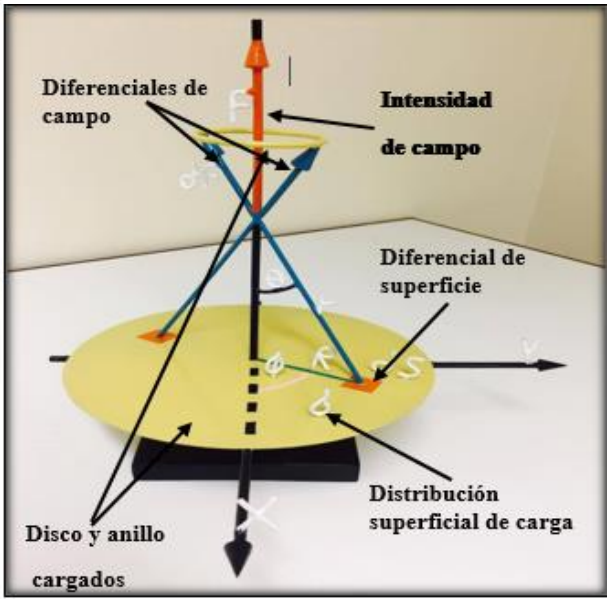
Procedimiento:

a. Establezca condiciones iniciales inherentes a los elementos que componen el sistema, tales como: sistema de referencia, elementos geométricos, etc

b. Presente el material didáctico, indique las características de cada sistema, tome como guía las fotos siguientes

c. Coloque algunos parámetros matemáticos requeridos para elaborar la explicación





HOJA DE TRABAJO

MARCO TEÓRICO: INTENSIDAD DE CAMPO ELÉCTRICO

La intensidad de campo eléctrico es un campo vectorial que cuantifica cierto aspecto o parámetro del campo eléctrico. Se define como el cociente entre la fuerza de Coulomb y la carga de prueba situada en un punto del campo, esto es:

$$\boxed{\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}}$$

La intensidad de campo eléctrico se expresa en *V/m* y tiene la dirección y sentido de la fuerza $\vec{F}$. Por convenio consideraremos que la carga de prueba es la de un protón,

$q = +1{,}6E\text{-}19\ C$

Si el campo es producido por una carga puntual, *Q*, figura 1, la intensidad de campo eléctrico en un punto P es:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q} = \frac{Qq}{4\pi\varepsilon_0 r^2 q}\vec{u}_r$$

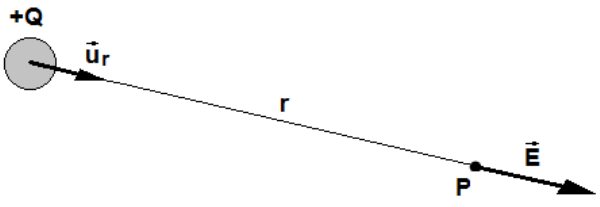


Figura 1

es decir:

$$\boxed{\vec{E} = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}\vec{u}_r}$$

donde Q conserva su signo. Si el campo es producido por un sistema de cargas puntuales, Q_i, la intensidad del campo resultante en un punto es la suma vectorial de las $\vec{E}_i$, es decir:

$$\boxed{\vec{E} = \sum \vec{E}_i = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\sum \frac{Q_i}{r_i^2}\vec{u}_i}$$

Si en lugar de cargas puntuales se tienen distribuciones continuas de carga (lineales, superficiales y volumétricas), la intensidad de campo eléctrico en un punto P se determina en forma diferencial, tomando un infinitésimo de carga dQ de la distribución; luego se integra sobre toda la distribución para hallar la intensidad total; así se tienen las expresiones:

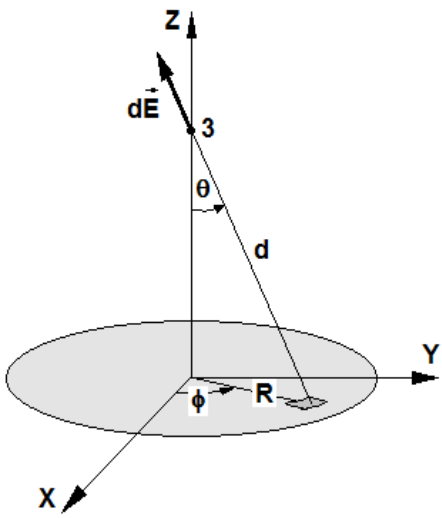
$$\boxed{\vec{E} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\int \frac{\lambda\, dl}{d^2}\vec{u}_d}$$ (distribución lineal)

$$\boxed{\vec{E} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\int \frac{\sigma\, dS}{d^2}\vec{u}_d}$$ (distribución superficial)

donde d es la distancia entre dQ y el punto P en el que se calcula $\vec{E}$.

EJERCICIOS MODELO:

La región del vacío $\{0 \le R \le 2\}$ contiene la distribución de carga $\sigma = \dfrac{0{,}01}{\sqrt{R^2+9}}$ sobre el plano XY. Halle la intensidad de campo eléctrico en el punto $P(0;\,0;\,3)$.



De la figura vemos que:

$$d^2 = R^2 + 9\,, \quad Cos\,\theta = \frac{3}{\sqrt{R^2+9}}$$

Además $dS = R\,dR\,d\phi.$

Ya que σ no depende de ϕ, hay simetría axial y sólo subsiste la componente E_z, por lo tanto:

$$dE_z = dE\,Cos\,\theta = \frac{\sigma\,dS\,Cos\,\theta}{4\pi\,\varepsilon_0\,d^2} = \frac{\dfrac{0{,}01}{\sqrt{R^2+9}}\,R\,dR\,d\phi\,.3}{4\pi\,\varepsilon_0\left(R^2+9\right)\sqrt{R^2+9}}$$

$$dE_z = \frac{0{,}03\,R\,dR\,d\phi}{4\pi\,.8{,}85\,E-12\left(R^2+9\right)^2}$$

$$E_z = \frac{0{,}03}{4\pi\,.8{,}85\,E-12}\int_0^{2\pi} d\phi \int_0^{2} \frac{R\,dR}{\left(R^2+9\right)^2} = 28\;972\;910$$

luego:

$$\vec{E} = \left(28\;972\;910\vec{k}\right)\,V/m$$

ACTIVIDADES PROPUESTAS:

a. La región del vacío $\{0 \le R \le 3\}$ contiene la distribución de carga $\sigma = \dfrac{0{,}03}{\sqrt{R^2+9}}$ sobre el plano XY. Halle la intensidad de campo eléctrico en el punto $P(0;\,0;\,2)$.

DENOMINACIÓN DEL MATERIAL
SUPERFICIES EQUIPOTENCIALES
TEMAS QUE CUBRE
RELACIÓN ENTRE LA INTENSIDAD DE CAMPO Y SU POTENCIAL

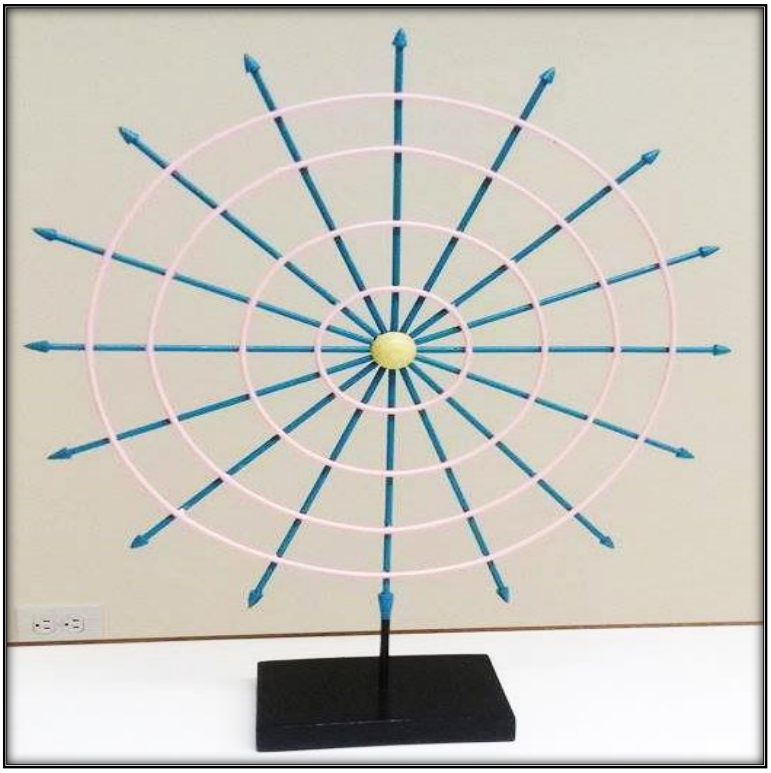


Figura 3.2.7: Curvas para superficies equipotenciales

Tabla 3.2.7
Descripción curvas para superficies equipotenciales.

DESCRIPCIÓN				
ELEMENTO	**MATERIAL**	**COLOR**	**CANTIDAD**	**REPRESENTA**
Vectores	Alambre Galvanizado	Celeste	Dieciséis	Líneas de E
Circunferencias	Alambre Galvanizado	Rosado	Cuatro	Superficies de V
Esfera	Acero	Amarillo	Uno	Carga puntual +Q
Varilla vertical	Acero	Negro	Uno	Soporte
Base	Madera	Negro	Uno	Soporte

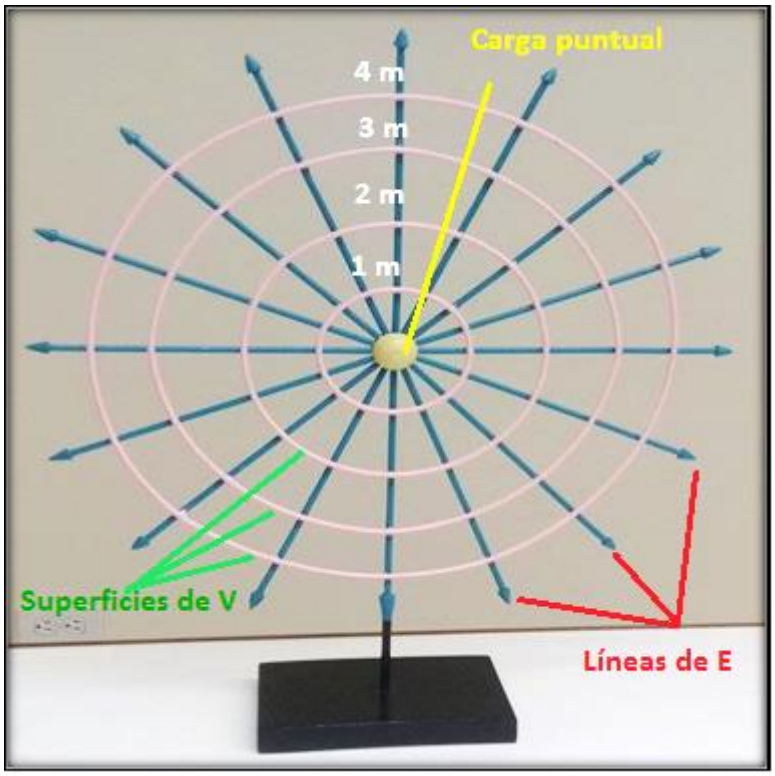
GUÍA PARA EL MAESTRO

RELACIÓN ENTRE LA INTENSIDAD DE CAMPO Y SU POTENCIAL

Objetivo: Descubrir la relación entre estos dos conceptos y su expresión matemática en los diferentes sistemas coordenados. Aplicar el algoritmo a la solución de las actividades.

Procedimiento:

a. Indique ciertos aspectos del material, para ello tome en cuenta la siguiente gráfica**:**
b. Utilice el modelo para mostrar las líneas de $\vec{E}$, las superficies de V y la ortogonalidad entre ambos parámetros.



HOJA DE TRABAJO

MARCO TEÓRICO: RELACIÓN ENTRE LA INTENSIDAD DE CAMPO Y SU POTENCIAL

Si se tiene una carga puntual, +Q, como la de la figura 1, a distintas distancias r_i de la misma, se tendrán diferentes superficies geométricas esféricas caracterizadas por tener un potencial eléctrico muy específico; cada una de dichas superficies tiene un potencial particular constante sobre toda la superficie de modo que son "superficies equipotenciales". Para el caso concreto de la figura, la carga es de 10 nC y las distancias crecen de metro en metro.

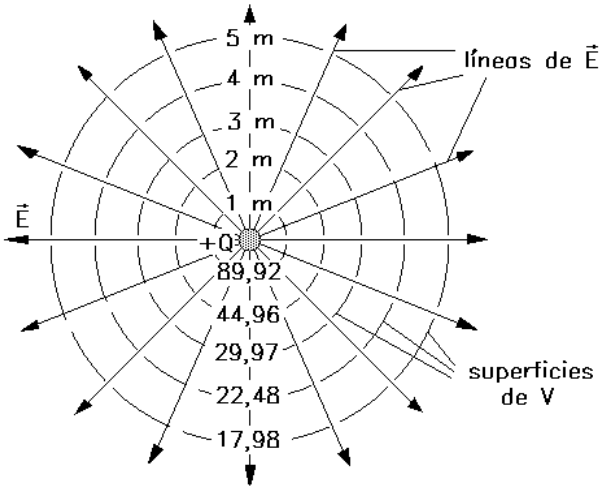


Figura 1

En la figura 1 e han incluido también algunas líneas de la intensidad de campo eléctrico, esto es, del campo radial divergente originado por la carga; podemos ver la ortogonalidad que existe entre las líneas del campo eléctrico $\vec{E}$ y las superficies equipotenciales, lo cual es cierto siempre, sin importar cuál sea el agente que genera el campo (carga puntual, sistema de cargas puntuales, distribuciones de carga).

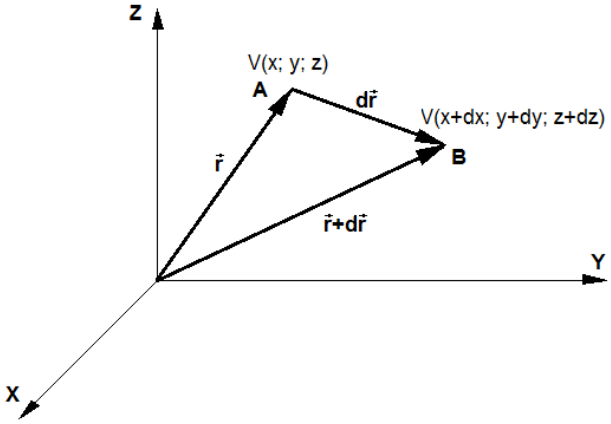


Figura 2

El hecho de la ortogonalidad entre las líneas de $\vec{E}$ o de $\vec{D}$ y las superficies equipotenciales no es una casualidad, sino la consecuencia de una íntima relación entre el campo escalar V y el campo vectorial $\vec{E}$. Para determinar dicha relación consideremos la figura 2, donde se tiene una región del espacio en la que se ha definido un campo escalar V, es decir un campo de potencial eléctrico.

El potencial en $A(x;\, y;\, z)$ es:

$$V(x;\ y;\ z)$$

y el potencial en $B(x+dx;\ y+dy;\ z+dz)$ es:

$$V(x+dx;\ \ y+dy;\ \ z+dz)$$

La variación de V entre A y B es:

$$dV = \frac{\partial V}{\partial x}dx + \frac{\partial V}{\partial y}dy + \frac{\partial V}{\partial z}dz \qquad \text{(a)}$$

Pero sabemos que si:

$$d\vec{r} = dx\vec{i} + dy\vec{j} + dz\vec{k}$$

y:

$$grad\ V = \frac{\partial V}{\partial x}\vec{i} + \frac{\partial V}{\partial y}\vec{j} + \frac{\partial V}{\partial z}\vec{k}$$

entonces:

$$grad\ V \cdot d\vec{r} = \frac{\partial V}{\partial x}dx + \frac{\partial V}{\partial y}dy + \frac{\partial V}{\partial z}dz$$

que es idéntico a (a), por lo tanto:

$$dV = grad\ V \cdot d\vec{r} \qquad \text{(b)}$$

A partir de la ecuación $\boxed{V_B = \frac{E_{P(B)}}{q} = -\frac{1}{q}\int_A^B \vec{F}\cdot d\vec{l} = -\int_A^B \vec{E}\cdot d\vec{l}}$

tenemos:

$$dV = -\vec{E}\cdot d\vec{l} = -\vec{E}\cdot d\vec{r}$$

que al sustituirse en (b) da:

$$-\vec{E}\cdot d\vec{r} = grad\ V \cdot d\vec{r}$$

de donde:

$$\boxed{\vec{E} = -grad\ V}$$

que es la relación buscada. En la aplicación práctica de la ecuación anterior se ha de elegir la expresión de la gradiente en el sistema coordenado adecuado al problema que se analiza.

EJERCICIOS MODELO:

1) El potencial eléctrico en una región del espacio está dado por la expresión $V = \frac{12R^2 Cos\,\phi}{z^2 - 1}$. Determine la ecuación para la intensidad de campo eléctrico en dicha región.

Vemos que V está expresado en coordenadas cilíndricas, así que utilizaremos la expresión de la gradiente en dichas coordenadas; se obtiene:

$$\vec{E} = -grad\ V = -\left[\frac{\partial V}{\partial R}\vec{u}_R + \frac{1}{R}\frac{\partial V}{\partial \phi}\vec{u}_\phi + \frac{\partial V}{\partial z}\vec{k}\right]$$

$$\vec{E} = -\left[\frac{24R\,Cos\,\phi}{z^2 - 1}\vec{u}_R + \frac{1}{R}\frac{12R^2(-Sen\,\phi)}{z^2 - 1}\vec{u}_\phi + \frac{-12R^2\,Cos\,\phi.2z}{(z^2 - 1)^2}\vec{k}\right]$$

$$\vec{E} = \left(\frac{-24R\,Cos\,\phi}{z^2 - 1}\vec{u}_R + \frac{12R\,Sen\,\phi}{z^2 - 1}\vec{u}_\phi + \frac{24R^2 z\,Cos\,\phi}{(z^2 - 1)^2}\vec{k}\right)\ V/m$$

2) Obtenga la expresión de V producida por una carga puntual a partir de la expresión de $\vec{E}$.

Para una carga puntual, $\vec{E} = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}\vec{u}_r$, ecuación que sólo depende de la coordenada esférica r, luego:

$$\vec{E} = -grad\ V = -\frac{\partial V}{\partial r}\vec{u}_r$$

de donde:

$$dV = -E\,dr$$

$$V = -\int E\,dr = -\int \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}dr = -\frac{Q}{4\pi\varepsilon_0}\int \frac{dr}{r^2}$$

$$V = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r}$$

ACTIVIDADES PROPUESTAS:

1- El potencial eléctrico en una región del vacío está dado por $V = 3e^{x^2} \ln 3y \, Sec\, z^2$. Determine: a) la expresión de $\vec{E}$, b) el vector $\vec{E}(1;\ 2;\ -2)$.

2- El potencial eléctrico en una región del vacío está dado por $V = \dfrac{10\, Sen^2\theta\, Cos\,\phi}{r^3}$. Determine: a) la expresión de $\vec{E}$, b) el vector $\vec{E}(5;\ \pi/4;\ \pi/3)$.

3- Se tienen las cargas $Q_1 = -140\ nC$ y $Q_2 = +140\ nC$ separadas por una distancia de *127 m*. Bosqueje el "mapa de campo", esto es, un conjunto de superficies equipotenciales en líneas de trazos y un conjunto de líneas de $\vec{E}$ en trazo continuo.

4- Repita el ejercicio anterior suponiendo que ambas cargas son positivas.

DENOMINACIÓN DEL MATERIAL
DIAGRAMAS DE E, V y σ PARA UN CASCARÓN CONDUCTOR CON CARGA
TEMAS QUE CUBRE
CASCARONES CONDUCTORES DELGADOS CON CARGA DISTRIBUIDA

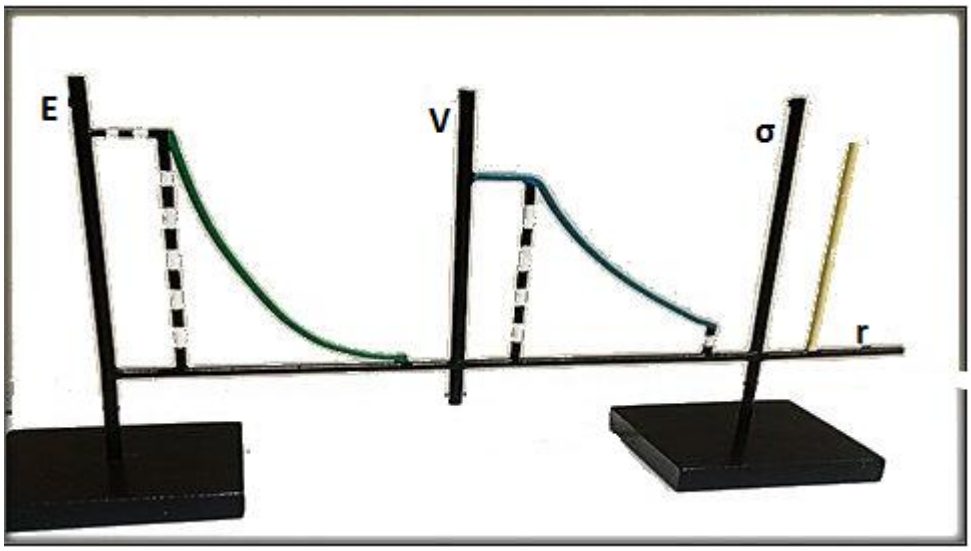


Figura 3.2.8: Diagramas de intensidad de campo eléctrico, potencial eléctrico y densidad superficial de carga

Tabla 3.2.8:
Descripción de Diagramas de intensidad de campo eléctrico, potencial eléctrico y densidad superficial de carga

DESCRIPCIÓN				
ELEMENTO	**MATERIAL**	**COLOR**	**CANTIDAD**	**REPRESENTA**
Eje horizontal	Alambre Galvanizado	Negro	Tres	r
Eje vertical	Alambre Galvanizado	Negro	Uno	E, V, σ
Curva	Alambre Galvanizado	Verde	Uno	Gráfica de E
Curva	Alambre Galvanizado	Celeste	Uno	Gráfica de V
Vertical	Alambre Galvanizado	Amarillo	Uno	Gráfica de σ
Rectas entrecortadas	Alambre Galvanizado	B/N	Tres	Soporte
Base	Madera	Negro	Dos	Soporte

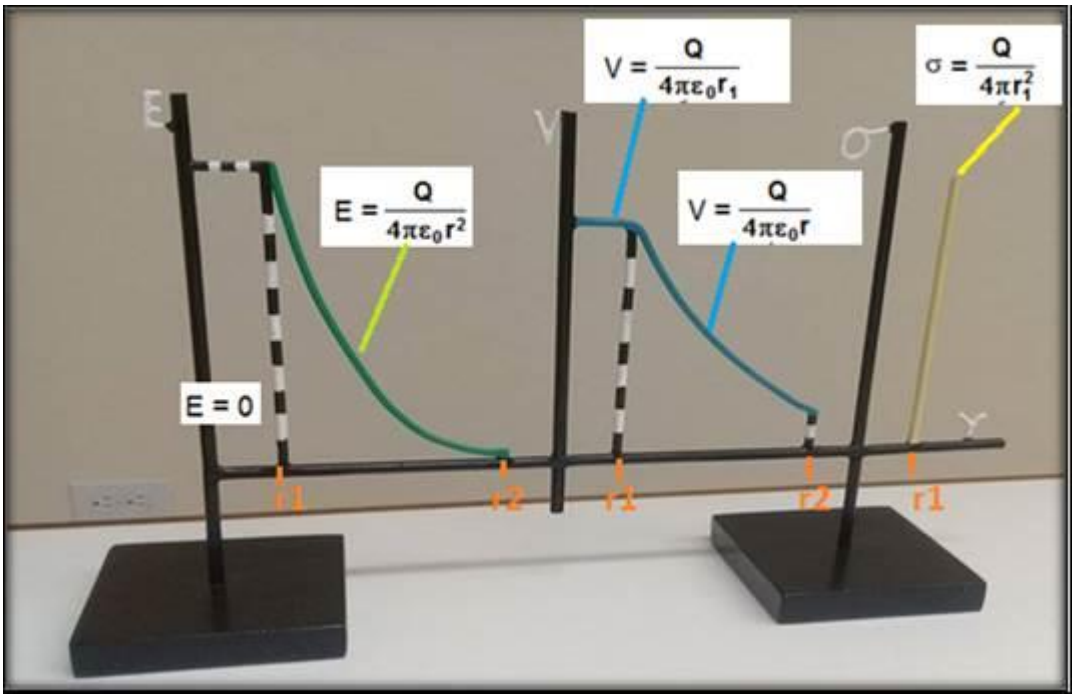
GUÍA PARA EL MAESTRO

CASCARONES CONDUCTORES DELGADOS CON CARGA DISTRIBUIDA

Objetivo: Conocer y cuantificar el campo eléctrico producido por un cascarón conductor muy delgado que retiene carga.

Procedimiento:

a. Presente el material didáctico, indique las características de cada sistema (cuadrantes, ejes), para ello tome en cuenta la siguiente imagen



b. En la maqueta se encuentran, las gráficas de las funciones *E-r*, de color verde, *V-r* de color celeste, *σ-r* de color amarillo. Cada una de ella tiene un eje vertical distinto. Correspondiente a un cascarón conductor delgado con carga eléctrica.

c. Destaque el rápido descenso de la curva *E-r*

d. Muestre la región constante en la gráfica *V-r*

e. Recalque en el comportamiento de la curva *σ-r* hablando de la función delta de Dirac.

HOJA DE TRABAJO

MARCO TEÓRICO: CASCARONES CONDUCTORES DELGADOS CON CARGA DISTRIBUIDA

Supongamos un cascarón conductor esférico muy delgado, como el de la figura 1

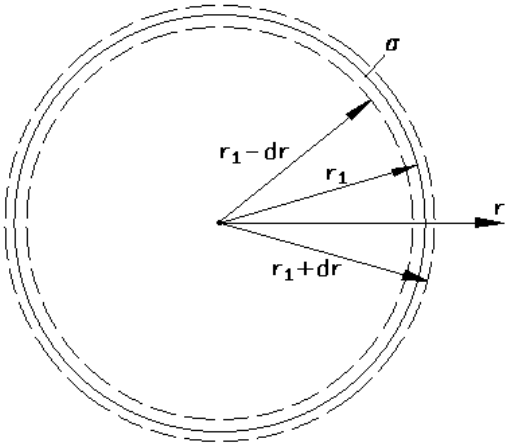


Figura 1

Al depositar en él una carga $+Q$, ésta se desparrama originando una densidad superficial de carga $\sigma = Q/4\pi r_1^2$. Al aplicar la ley de Gauss a la superficie gaussiana de radio $r_1 - dr$ se tiene:

$$\oint \vec{D}\cdot d\vec{S} = 0 \qquad \text{(a)}$$

ya que no existe carga en el interior del cascarón. Esto significa que en el interior del cascarón, tanto $\vec{D}$ como $\vec{E}$ son nulos.

Al aplicar la ley de Gauss a la superficie gaussiana de radio $r_1 + dr$ se tiene:

$$\oint \vec{D}\cdot d\vec{S} = D4\pi r_1^2 = Q$$

de donde:

$$D = \frac{Q}{4\pi r_1^2} = \frac{Q}{S} = \sigma \qquad \text{(b)}$$

y por lo mismo:

$$E = \frac{Q}{4\pi \varepsilon_0 r_1^2} = \frac{Q}{\varepsilon_0 S} = \frac{\sigma}{\varepsilon_0} \qquad \text{(c)}$$

La ecuación (c) nos indica que la intensidad de campo eléctrico en la región exterior de un cascarón esférico cargado es idéntico al generado por una carga puntual Q situada en el centro del cascarón. Resumiendo:

$$\boxed{\vec{D} = \begin{cases} 0 & \text{dentro del cascarón } (r \le r_1) \\ \dfrac{Q}{4\pi r^2}\vec{u}_r & \text{fuera del cascarón } (r > r_1) \end{cases}}$$

y:

$$\boxed{\vec{E} = \begin{cases} 0 & dentro\ \ del\ \ cascarón\ \ (r \le r_1) \\ \dfrac{Q}{4\pi\,\varepsilon_0\,r^2}\,\vec{u}_r & fuera\ \ del\ \ cascarón\ \ (r > r_1) \end{cases}}$$

Ahora determinaremos las expresiones para el potencial dentro y fuera del cascarón. Al aplicar la relación $\vec{E} = -grad\ V$ al interior tenemos:

$$\vec{E} = -\frac{\partial V}{\partial r}\,\vec{u}_r = 0$$

de donde $V = constante$, es decir, el potencial eléctrico en la región $\{0 \le r \le r_1\}$ es constante e igual al potencial en la superficie.

Al aplicar al exterior tenemos:

$$\vec{E} = -\frac{\partial V}{\partial r}\,\vec{u}_r = \frac{Q}{4\pi\,\varepsilon_0\,r^2}\,\vec{u}_r$$

de donde:

$$dV = -\frac{Q}{4\pi\,\varepsilon_0\,r^2}\,dr = \frac{-Q}{4\pi\,\varepsilon_0}\,\frac{dr}{r^2}$$

y:

$$V = \frac{-Q}{4\pi\,\varepsilon_0}\int \frac{dr}{r^2} = \frac{Q}{4\pi\,\varepsilon_0\,r}$$

Resumiendo:

$$\boxed{V = \begin{cases} \dfrac{Q}{4\pi\,\varepsilon_0\,r_1} = constante & (r \le r_1) \\ \dfrac{Q}{4\pi\,\varepsilon_0\,r} & (r > r_1) \end{cases}}$$

EJERCICIO MODELO:

1) Una esfera conductora de $0{,}5\ m$ de radio retiene una carga de $50\ \mu C$ en aire seco. Halle: a) $\vec{E}$ y $\vec{D}$ a $2\ m$ del centro de la esfera, b) la densidad superficial de carga

a) En este caso $r_1 = 0{,}5\ m$ y $r = 2\ m$, de modo que $r > r_1$, luego**:**

$$\vec{E} = \frac{Q}{4\pi\,\varepsilon_0 r^2}\vec{u}_r = \frac{50E-6}{4\pi.8{,}85E-12.2^2}\vec{u}_r$$

$$\vec{E} = \left(112\ 397{,}559\ \vec{u}_r\right)\ V/m$$

$$\vec{D} = \varepsilon_0 .\vec{E} = 8{,}85\ E{-}12\ .112\ 397{,}559\ \vec{u}_r$$

$$\vec{D} = \left(9{,}947\ E{-}7\ \vec{u}_r\right)\ C/m^2$$

b) $\sigma = D_{sup} = \dfrac{Q}{4\pi r_1^2} = \dfrac{50E{-}6}{4\pi.0{,}5^2}$

$$\sigma = 1{,}592\ E{-}5\ \ C/m^2$$

ACTIVIDADES PROPUESTAS:

1- Un cascarón conductor, de un metro de radio, tiene la densidad superficial de carga $\sigma = 2\ nC/m^2$. Halle $\vec{E}$ y V: a) a $1\ \mu m$ del centro, b) a $1\ m \pm 1\ \mu m$ del centro, c) a $10\ m$ del centro.

2- Dos cascarones conductores concéntricos de radios r_1 y r_2 retienen las cargas $+Q_1$ y $+Q_2$, respectivamente. Halle $\vec{E}$ y V en todas las regiones.

3- Un disco de $3\ m$ de radio está centrado en el origen y reposa en el plano XY. Se deposita en él una carga de $2\ \mu C$ la cual se distribuye uniformemente en su superficie superior. Halle $\vec{E}$ y V en el punto $(0;\ 0;\ 2)$.

4- Se coloca un conductor lineal sobre el eje X desde $-10\ m$ hasta $+30\ m$. En él se deposita una carga de $2\ \mu C$ la cual se distribuye uniformemente sobre el conductor. Halle $\vec{E}$ y V en el punto $(0;\ 10;\ 0)$.

DENOMINACIÓN DEL MATERIAL
CAMPOS DE UNA LÍNEA DE CARGA Y DE UN CABLE COAXIAL
TEMAS QUE CUBRE
LÍNEA DE CARGA

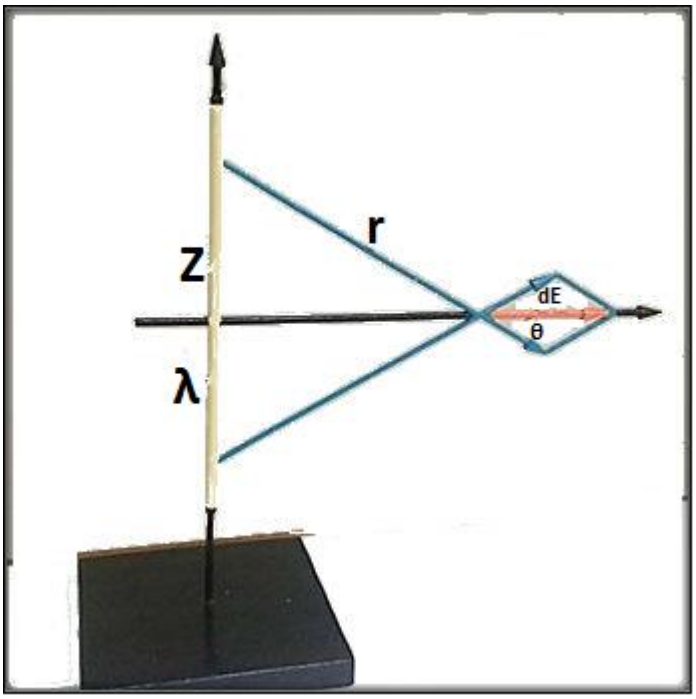


Figura 3.2.9: Campo de una línea de carga

Tabla 3.2.9
Descripción campo de una línea de carga

DESCRIPCIÓN				
ELEMENTO	**MATERIAL**	**COLOR**	**CANTIDAD**	**REPRESENTA**
Eje Z	Alambre Galvanizado	Negro	Uno	Coordenada Espacial
Eje R	Alambre Galvanizado	Negro	Uno	Campo Radial Plano
Vectores r	Alambre Galvanizado	Celeste	Dos	Carga
Vector dE	Alambre Galvanizado	Naranja	Uno	Resultante
Línea de distribución λ	Alambre Galvanizado	Amarillo	Uno	Carga uniformemente distribuida
Base	Madera	Negro	Uno	Soporte

Figura 3.2.10: Campo de un cable coaxial

Tabla 3.2.10
Descripción campo de un cable coaxial

DESCRIPCIÓN				
ELEMENTO	**MATERIAL**	**COLOR**	**CANTIDAD**	**REPRESENTA**
Barra Vertical	Alambre Galvanizado	Negro	Uno	Soporte
Tubo	Acero	Blanco	Uno	Conductor externo
Barra interna	Acero	Amarillo	Uno	Conductor interno
Vector	Acero	Celeste	Uno	Vector radial
Mini esfera	Acero	Naranja	Uno	Punto interno P
+λ y - λ	Alambre Galvanizado	Negro	Dos	Cargas lineales
Base	Madera	Negro	Uno	Soporte

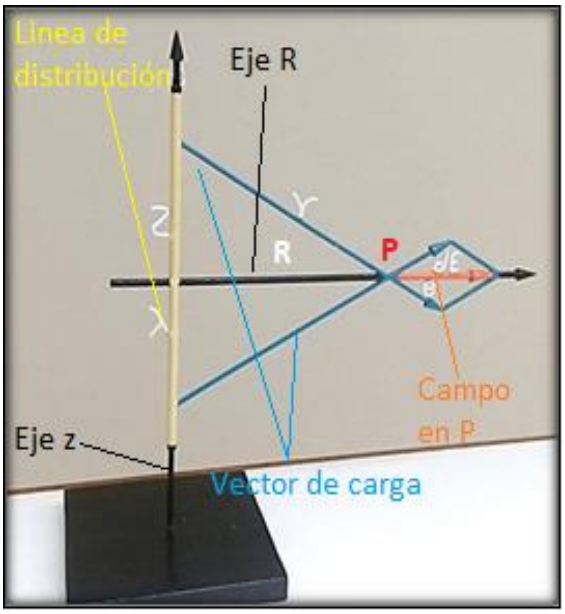
GUÍA PARA EL MAESTRO

LÍNEA DE CARGA

Objetivo: Aplicar conceptos previos al análisis y descubrimiento de la estructura del campo eléctrico alrededor de una línea de carga.

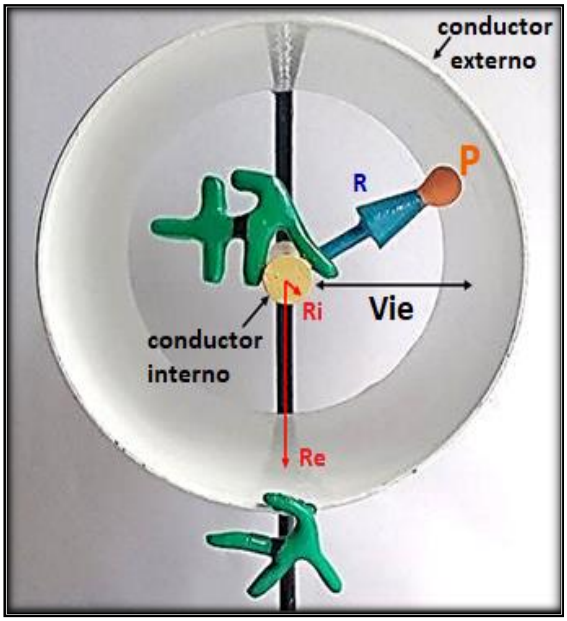
Procedimiento

a) Para el campo de una línea de carga indique: que la carga se encuentra distribuida a lo largo de la línea amarilla, de longitud L, luego para obtener la expresión de $\vec{E}$, se lo hará tomando un punto P, que debe estar sobre el eje R y en este caso es la intersección de los vectores.



b) Respecto al campo del cable coaxial, recuerde que posee dos conductores concéntricos cilíndricos, uno central llamado núcleo, que es el conductor interno, el otro es el conductor externo llamado blindaje o trenza. Entre ambos se encuentra una capa aislante llamada dieléctrico. Los radios de cada conductor son Ri y Re respectivamente. El campo se restringe a la región entre los conductores o al dieléctrico.

c) Grafique en la pizarra, las partes de un cable coaxial a fin de lograr una mejor visualización del cable. Adicional a ello explique el funcionamiento de cada elemento y los materiales usualmente empleados para su elaboración.



HOJA DE TRABAJO

MARCO TEÓRICO: LÍNEA DE CARGA

Supongamos una carga positiva Q distribuida uniformemente sobre una línea muy delgada de longitud total L, con centro en el origen, como se muestra en la figura 1; así, la densidad lineal de carga es $\lambda = Q/L$. Desarrollemos ahora la expresión para $\vec{E}$ en un punto P cualquiera situado sobre el eje R. Considerando la diferencial de longitud dz, la cual retiene la carga $dq = \lambda dz$, la diferencial de campo en P es:

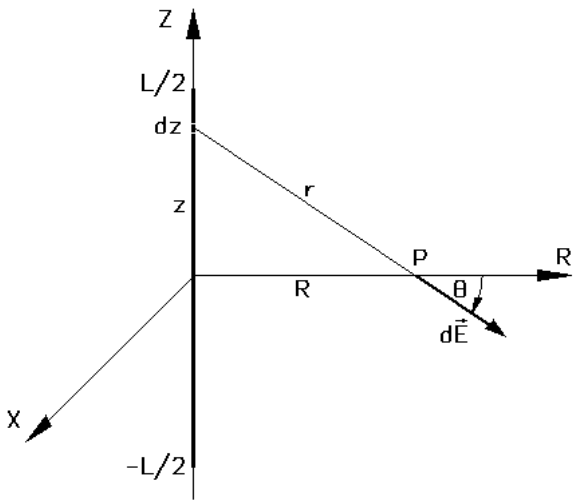


Figura 1

$$d\vec{E} = \frac{dq}{4\pi\varepsilon r^2}\vec{u}_r = \frac{\lambda\, dz}{4\pi\varepsilon r^2}\vec{u}_r \qquad \text{(a)}$$

donde:

$$\vec{u}_r = \frac{R\vec{u}_R - z\vec{k}}{\sqrt{R^2+z^2}} \quad \text{y} \quad r = \sqrt{R^2+z^2}$$

Debido a la simetría axial, la componente axial se elimina y sólo subsiste la componente radial plana, esto es:

$$d\vec{E} = \frac{\lambda\, dz}{4\pi\varepsilon\left(R^2+z^2\right)}\frac{R\vec{u}_R}{\sqrt{R^2+z^2}}$$

$$d\vec{E} = \frac{\lambda R\, dz}{4\pi\varepsilon\left(R^2+z^2\right)^{3/2}}\vec{u}_R \qquad \text{(b)}$$

Para obtener el campo total en P, integramos (b) desde $-L/2$ hasta $L/2$:

$$\vec{E} = \frac{\lambda R\vec{u}_R}{4\pi\varepsilon}\int_{-L/2}^{L/2}\frac{dz}{\left(R^2+z^2\right)^{3/2}} = \frac{\lambda R\vec{u}_R}{4\pi\varepsilon}\left.\frac{z}{R^2\sqrt{R^2+z^2}}\right|_{-L/2}^{L/2} = \frac{\lambda\vec{u}_R}{4\pi\varepsilon R}\frac{2L/2}{\sqrt{R^2+L^2/4}}$$

$$\boxed{\vec{E} = \frac{\lambda L}{2\pi\varepsilon R\sqrt{4R^2 + L^2}}\vec{u}_R}$$

de modo que el campo es radial plano y decrece con $1/R$.

Si la longitud de la línea es infinita, $\pm L/2 \to \pm\infty$, y la ecuación anterior se convierte en:

$$\vec{E} = \lim_{L\to\infty} \frac{\lambda L/L}{2\pi\varepsilon R\sqrt{4R^2/L^2 + L^2/L^2}}\vec{u}_R = \frac{\lambda \vec{u}_R}{2\pi\varepsilon R\sqrt{0+1}}$$

$$\boxed{\vec{E} = \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon R}\vec{u}_R} \quad (1)$$

La diferencia de potencial V_{BA} de un punto B respecto a un punto A es:

$$V_{BA} = -\int_A^B \vec{E}\cdot d\vec{l} = -\int_{R_A}^{R_B} \frac{\lambda \vec{u}_R}{2\pi\varepsilon R}\cdot dR\,\vec{u}_R = \frac{-\lambda}{2\pi\varepsilon}\int_{R_A}^{R_B}\frac{dR}{R} = \frac{-\lambda}{2\pi\varepsilon}\ln\frac{R_B}{R_A}$$

es decir:

$$\boxed{V_{BA} = \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon}\ln\frac{R_A}{R_B}} \quad (2)$$

Si la carga estuviera distribuida sobre una cáscara cilíndrica sumamente delgada y larga, de radio R_C, el campo en la parte externa ($R > R_C$) estaría dado por la ecuación (1); mientras en el interior $\vec{E} = 0$. La diferencia de potencial fuera del cilindro ($R_B > R_C$ y $R_A > R_C$) estaría dada por la ecuación (2); mientras en el interior el potencial sería constante e igual que en la superficie de modo que la diferencia de potencial $V_{BA} = 0$ ($R_B \le R_C$ y $R_A \le R_C$).

Una situación especial se presenta en los cables coaxiales, esto es, un conjunto de dos conductores cilíndricos que tienen su eje en común; esto se muestra en corte en la figura 2. Supongamos un cable coaxial infinitamente largo, cuyos conductores tienen los radios R_i y R_e y que retienen las cargas lineales $+\lambda$ y $-\lambda$, respectivamente. El campo se restringe a la región comprendida entre los conductores y su valor está dado por la ecuación (1), donde el radio es $\{R_i \le R \le R_e\}$ y λ

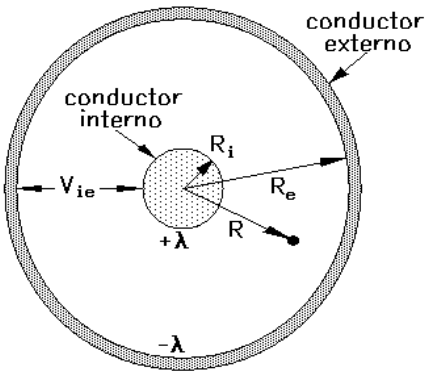


Figura 2

es la densidad lineal de carga del conductor interno. La diferencia de potencial entre los conductores es, según (2):

$$\boxed{V_{ie} = \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon} ln \frac{R_e}{R_i}} \qquad (3)$$

de modo que su capacitancia por unidad de longitud es:

$$\frac{C}{l} = \frac{\lambda}{V} = \frac{\lambda 2\pi\varepsilon}{\lambda ln R_e / R_i} \quad \text{,es decir:} \quad \boxed{\frac{C}{l} = \frac{2\pi\varepsilon}{ln \frac{R_e}{R_i}}}$$

EJERCICIO MODELO:

1- La carga lineal $\lambda = 2\ \mu C/m$ descansa sobre el eje Z. Halle V_{BA} si $A(7; \pi/2; 3)$ y $B(3; \pi/4; -2)$. El medio es vacío.

$$V_{BA} = \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0} \ln \frac{R_A}{R_B} = \frac{2E-6}{2\pi .8{,}85E-12} \ln \frac{7}{3}$$

$$V_{BA} = 30\ 474{,}948\ V$$

ACTIVIDADES PROPUESTAS:

1- La densidad lineal de carga sobre el eje Z, para $\{-50 \le z \le 50\}$, varía según $\lambda = 0{,}02z$. Halle la intensidad de campo eléctrico en el punto $A(R; \phi; 0)$ si el medio ambiente es vacío.

2- La relación de los radios de un cable coaxial debe ser de 12 a 1. Halle la capacitancia por unidad de longitud considerando un dieléctrico de $\varepsilon_r = 12$.

3- Una línea de transmisión de corriente continua de alta tensión consta de un conductor cilíndrico delgado suspendido a una altura promedio de $15\ m$ del suelo. Halle $\vec{E}$ a nivel del suelo: a) directamente bajo el conductor, b) a $50\ m$ de la "sombra" de la línea.

DENOMINACIÓN DEL MATERIAL
CAMPO ENTRE DOS PLACAS PARALELAS
TEMAS QUE CUBRE
LAPLACIANO DE V E INTENSIDAD DE CAMPO ELÉCTRICO

Figura 3.2.11: Campo entre dos placas planas

Tabla 3.2.11:
Campo entre dos placas planas

DESCRIPCIÓN				
ELEMENTO	**MATERIAL**	**COLOR**	**CANTIDAD**	**REPRESENTA**
Ejes	Alambre Galvanizado	Negro	Tres	Ejes X,Y,Z
Vectores	Alambre Galvanizado	Celeste	Cuatro	Vectores de E
Placas	Alambre Galvanizado	Amarillo	Dos	Conductores
Base	Madera	Negro	Uno	Soporte

GUÍA PARA EL MAESTRO

LAPLACIANO DE V E INTENSIDAD DE CAMPO ELÉCTRICO

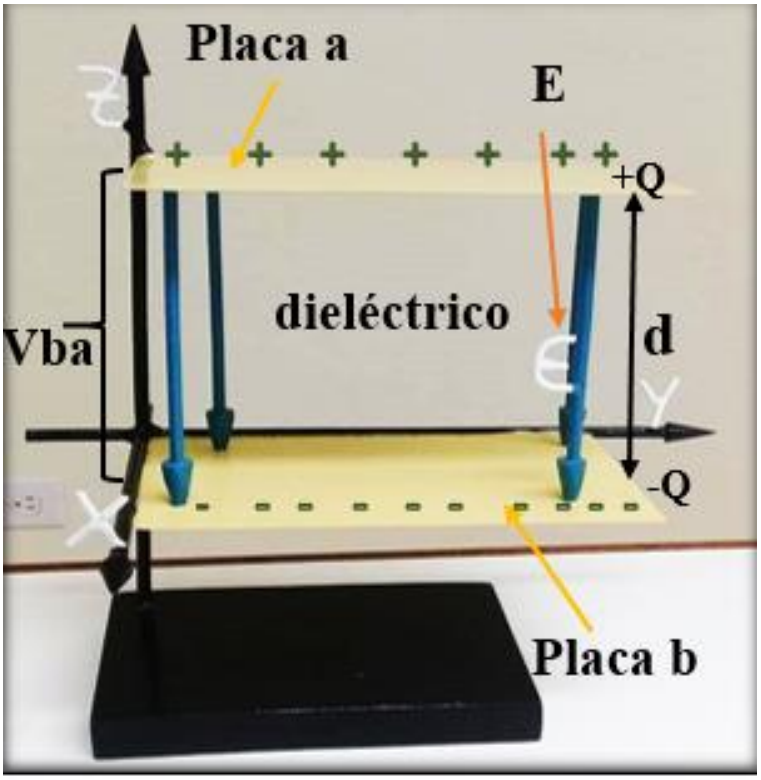
Objetivo: Conocer un nuevo método para la determinación de la intensidad de campo eléctrico.

Procedimiento:

a. Antes de iniciar con el uso de la maqueta, indique ciertos elementos de ésta; para esto guíese en la gráfica de la derecha.

b. Adicionalmente tenga en cuenta lo siguiente: un conductor formado por dos placas iguales de área *S*, separadas una distancia *d*, pequeña en comparación con las dimensiones de las placas. El campo se cancela en la región del espacio situado fuera de las placas, y se suma en el espacio situado entre las placas. Por tanto, solamente existe campo entre las placas del condensador, siendo despreciable fuera de las mismas.

c. Para la determinación analítica de $\vec{E}$., establezca, conjuntamente con sus estudiantes, las condiciones de frontera y la expresión del laplaciano. Cabe recalcar que para estos temas los estudiantes deben contar con las herramientas matemáticas necesarias.



HOJA DE TRABAJO

MARCO TEÓRICO: LAPLACIANO DE V e INTENSIDAD DE CAMPO ELÉCTRICO

Cuando se conoce la geometría de dos conductores (planos, cilíndricos, cónicos, esféricos,...) y el voltaje de uno de ellos con respecto al otro, la ecuación de Laplace resulta ser la herramienta más útil para determinar la función potencial *V;* y luego a partir de ella se determina el campo eléctrico $\vec{E}$. Si el potencial V depende de una sola coordenada, su resolución es inmediata; pero si depende de dos o tres coordenadas, la solución implicará la correspondiente separación de variables. Normalmente la complejidad del asunto está relacionada con la parte matemática.

EJERCICIO MODELO:

Considere los conductores paralelos de la figura 1, donde $V(0)=0$ y $V(d)=500$. Determine el campo $\vec{E}$ entre los conductores. Desprecie el efecto de bordes.

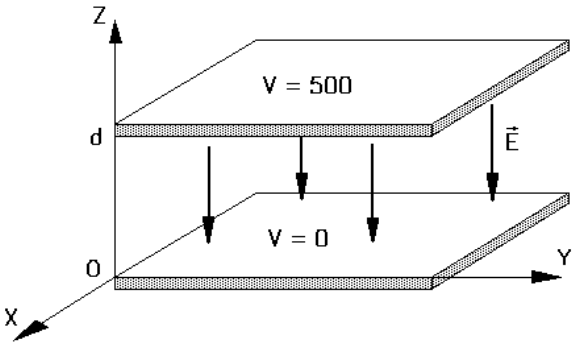
En este caso el laplaciano de V es simplemente:

$lap\ V = d^2V/dz^2$, luego:

$$\frac{d^2V}{dz^2} = 0$$

$$\frac{dV}{dz} = A_1$$

$$V = A_1 z + A_2$$



F i g u r a 1

De las condiciones de frontera:

$$0 = A_2$$

$$500 = A_1 d$$

de donde $A_1 = 500/d$ y $A_2 = 0$, entonces:

$V = \frac{500}{d} z$, y: $\vec{E} = -gradV = \left(-\frac{500}{d}\vec{k}\right) V/m$

ACTIVIDADES PROPUESTAS:

1- Halle la función V y el campo eléctrico $\vec{E}$ para la región entre dos cilindros concéntricos de radios *1 mm* y *20 mm*, si $V(1)=0$ y $V(20)=150$.

2- Dos planos en coordenadas cilíndricas, $\phi=0$ y $\phi=\alpha$, están colocados y aislados a lo largo del eje Z. Si $V(0)=0$ y $V(\alpha)=200$, halle $\vec{E}$ en la región interplanos.

Validación de la propuesta

UNIVERSIDAD DE CUENCA

FACULTAD DE FILOSOFÍA, LETRAS Y CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

CARRERA DE MATEMÁTICAS Y FÍSICA

MATRIZ DE VALIDACIÓN DE EQUIPO CONCRETO

DISEÑADO Y CREADO PARA MATEMÁTICAS Y FÍSICA CON MOTIVO DE TRABAJOS DE GRADUACIÓN

DENOMINACIÓN DEL MATERIAL	PARÁMETRO	VALORACIÓN 1	2	3	4
Sistemas de coordenadas.	CALIDAD ESTRUCTURAL DE LA CONSTRUCCIÓN				✓
	CONVENIENCIA DE LOS MATERIALES				✓
	ACABADOS Y PRESENTACIÓN				✓
	PERTINENCIA DIDÁCTICA RESPECTO AL TEMA			✓	
Gráfica de campo escalar y vectorial	CALIDAD ESTRUCTURAL DE LA CONSTRUCCIÓN				✓
	CONVENIENCIA DE LOS MATERIALES				✓
	ACABADOS Y PRESENTACIÓN				✓
	PERTINENCIA DIDÁCTICA RESPECTO AL TEMA				✓
Modelo tridimensional de distribución lineal de carga	CALIDAD ESTRUCTURAL DE LA CONSTRUCCIÓN				✓
	CONVENIENCIA DE LOS MATERIALES				✓
	ACABADOS Y PRESENTACIÓN				✓
	PERTINENCIA DIDÁCTICA RESPECTO AL TEMA				✓
Mod. tridimensional de distribución superficial de carga	CALIDAD ESTRUCTURAL DE LA CONSTRUCCIÓN				✓
	CONVENIENCIA DE LOS MATERIALES				✓
	ACABADOS Y PRESENTACIÓN				✓
	PERTINENCIA DIDÁCTICA RESPECTO AL TEMA				✓
Superficies equipotenciales.	CALIDAD ESTRUCTURAL DE LA CONSTRUCCIÓN				✓
	CONVENIENCIA DE LOS MATERIALES				✓
	ACABADOS Y PRESENTACIÓN				✓
	PERTINENCIA DIDÁCTICA RESPECTO AL TEMA				✓
Diagramas de intensidad de campo, potencial....	CALIDAD ESTRUCTURAL DE LA CONSTRUCCIÓN				✓
	CONVENIENCIA DE LOS MATERIALES				✓
	ACABADOS Y PRESENTACIÓN				✓
	PERTINENCIA DIDÁCTICA RESPECTO AL TEMA				✓
Campos de una línea de carga	CALIDAD ESTRUCTURAL DE LA CONSTRUCCIÓN				✓
	CONVENIENCIA DE LOS MATERIALES				✓
	ACABADOS Y PRESENTACIÓN				✓
	PERTINENCIA DIDÁCTICA RESPECTO AL TEMA				✓
Cable coaxial	CALIDAD ESTRUCTURAL DE LA CONSTRUCCIÓN				✓
	CONVENIENCIA DE LOS MATERIALES				✓
	ACABADOS Y PRESENTACIÓN				✓
	PERTINENCIA DIDÁCTICA RESPECTO AL TEMA			✓	
Campo eléctrico entre capas paralelas	CALIDAD ESTRUCTURAL DE LA CONSTRUCCIÓN				✓
	CONVENIENCIA DE LOS MATERIALES				✓
	ACABADOS Y PRESENTACIÓN				✓
	PERTINENCIA DIDÁCTICA RESPECTO AL TEMA				✓
	CALIDAD ESTRUCTURAL DE LA CONSTRUCCIÓN				
	CONVENIENCIA DE LOS MATERIALES				
	ACABADOS Y PRESENTACIÓN				
	PERTINENCIA DIDÁCTICA RESPECTO AL TEMA				
	CALIDAD ESTRUCTURAL DE LA CONSTRUCCIÓN				
	CONVENIENCIA DE LOS MATERIALES				
	ACABADOS Y PRESENTACIÓN				
	PERTINENCIA DIDÁCTICA RESPECTO AL TEMA				

	CALIDAD ESTRUCTURAL DE LA CONSTRUCCIÓN				
	CONVENIENCIA DE LOS MATERIALES				
	ACABADOS Y PRESENTACIÓN				
	PERTINENCIA DIDÁCTICA RESPECTO AL TEMA				
	CALIDAD ESTRUCTURAL DE LA CONSTRUCCIÓN				
	CONVENIENCIA DE LOS MATERIALES				
	ACABADOS Y PRESENTACIÓN				
	PERTINENCIA DIDÁCTICA RESPECTO AL TEMA				
	CALIDAD ESTRUCTURAL DE LA CONSTRUCCIÓN				
	CONVENIENCIA DE LOS MATERIALES				
	ACABADOS Y PRESENTACIÓN				
	PERTINENCIA DIDÁCTICA RESPECTO AL TEMA				
	CALIDAD ESTRUCTURAL DE LA CONSTRUCCIÓN				
	CONVENIENCIA DE LOS MATERIALES				
	ACABADOS Y PRESENTACIÓN				
	PERTINENCIA DIDÁCTICA RESPECTO AL TEMA				
	CALIDAD ESTRUCTURAL DE LA CONSTRUCCIÓN				
	CONVENIENCIA DE LOS MATERIALES				
	ACABADOS Y PRESENTACIÓN				
	PERTINENCIA DIDÁCTICA RESPECTO AL TEMA				
	CALIDAD ESTRUCTURAL DE LA CONSTRUCCIÓN				
	CONVENIENCIA DE LOS MATERIALES				
	ACABADOS Y PRESENTACIÓN				
	PERTINENCIA DIDÁCTICA RESPECTO AL TEMA				
	CALIDAD ESTRUCTURAL DE LA CONSTRUCCIÓN				
	CONVENIENCIA DE LOS MATERIALES				
	ACABADOS Y PRESENTACIÓN				
	PERTINENCIA DIDÁCTICA RESPECTO AL TEMA				
	CALIDAD ESTRUCTURAL DE LA CONSTRUCCIÓN				
	CONVENIENCIA DE LOS MATERIALES				
	ACABADOS Y PRESENTACIÓN				
	PERTINENCIA DIDÁCTICA RESPECTO AL TEMA				
	CALIDAD ESTRUCTURAL DE LA CONSTRUCCIÓN				
	CONVENIENCIA DE LOS MATERIALES				
	ACABADOS Y PRESENTACIÓN				
	PERTINENCIA DIDÁCTICA RESPECTO AL TEMA				
	CALIDAD ESTRUCTURAL DE LA CONSTRUCCIÓN				
	CONVENIENCIA DE LOS MATERIALES				
	ACABADOS Y PRESENTACIÓN				
	PERTINENCIA DIDÁCTICA RESPECTO AL TEMA				
	CALIDAD ESTRUCTURAL DE LA CONSTRUCCIÓN				
	CONVENIENCIA DE LOS MATERIALES				
	ACABADOS Y PRESENTACIÓN				
	PERTINENCIA DIDÁCTICA RESPECTO AL TEMA				
	CALIDAD ESTRUCTURAL DE LA CONSTRUCCIÓN				
	CONVENIENCIA DE LOS MATERIALES				
	ACABADOS Y PRESENTACIÓN				
	PERTINENCIA DIDÁCTICA RESPECTO AL TEMA				
	CALIDAD ESTRUCTURAL DE LA CONSTRUCCIÓN				
	CONVENIENCIA DE LOS MATERIALES				
	ACABADOS Y PRESENTACIÓN				
	PERTINENCIA DIDÁCTICA RESPECTO AL TEMA				

En consecuencia, el juego de materiales que ha sido revisado ..SI.... es validado.
Cuenca, ..11/10/2017..........

LOS EVALUADORES

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

La corriente pedagógica constructivista permite incluir, en el proceso de enseñanza-aprendizaje, diversos recursos educativos a fin de mejorar la enseñanza, sea cual sea la temática. El contar con una adecuada predisposición, por parte del docente, para incorporar diversos materiales en la clase, resulta de gran beneficio para los partícipes del proceso de aprendizaje. En gran medida el ingenio, vocación y pasión por la docencia conjuntamente con un enfoque constructivista serán grandes herramientas para que el docente cumpla sus objetivos.

Las encuestas revelaron que, como en estudios realizados sobre las dificultades en la enseñanza del Electromagnetismo en instituciones de educación superior extranjeras; estas dificultades en el medio local resultaron ser similares y estas fueron: los prerrequisitos necesarios para abordar la materia, la alta cognición que demanda y los recursos didácticos necesarios en el aula de clase. De la misma manera, la encuesta reveló que pocos estudiantes alcanzaron niveles óptimos de comprensión e indicaron la necesidad de implementar de recursos didácticos a fin de que la comprensión se mejore en posteriores estudiantes del Electromagnetismo.

Los recursos didácticos resultan contribuir representativamente al proceso de enseñanza-aprendizaje, fuere cual fuere el ámbito. El uso de materiales didácticos manipulables, para representar los modelos electromagnéticos ha demostrado ser una propuesta atractiva, para el estudiante llena de opciones, pues estas permiten entablar un intercambio de ideas desde lo visual y no se limita a la teoría del texto.

En esta propuesta se dotó de material didáctico manipulable relacionado con los prerrequisitos necesarios para el Electromagnetismo (Cálculo Vectorial), tratando de esta manera reducir la cognición que demanda la materia y por ende mejorar la comprensión en más

estudiantes. La propuesta hizo énfasis en orientar, al docente sobre el uso del material didáctico de acuerdo a los tres momentos del proceso de enseñanza constructivista: anticipación, construcción y consolidación; sin embargo siempre serán la necesidad de los recursos además del ingenio y la experiencia del docente, los que definan el momento oportuno para utilizar los recursos didácticos.

RECOMENDACIONES

Ciertas asignaturas, de la malla curricular de la carrera de Matemáticas y Física de la Universidad de Cuenca, pueden presentar cierta complejidad para su adecuada comprensión , ya sean estas del área de la Matemática o la Física. Esto indica la necesidad de que propuestas semejantes o superiores a la presente sean implementadas en pos de mejorar la comprensión y concluyentemente evitar dificultades en posteriores asignaturas que van de la mano con otras.

En esta propuesta se implementó material didáctico manipulable relacionado con el Electromagnetismo. Teniendo en cuenta la realidad tecnológica actual y aprovechando los recursos tecnológicos que posee la carrera, resultaría de gran utilidad implementar otro tipo de material didáctico, ya sea de carácter audiovisual, o digital,

Bibliografía

Ausubel, D. (5 de octubre de 1983). *Educainformatica.com.* Obtenido de http://www.educainformatica.com.ar/docentes/tuarticulo/educacion/

Avecillas, A. S. (2008). *Electromagnetismo.* Cuenca: Centro de Publicaciones y Difusion de la Universidad de Cuenca.

Badia, A., Barbera , E., & Coll, C. (2005). La utilización de un material didáctico autosuficiente en un proceso de aprendizaje. *Revista de Educación a distancia*, 8,9.

Barriga Arceo, F. D., & Hernández Rojas, G. (2 de Julio de 2017). *Descargas Materiales.com.* Obtenido de http://148.208.122.79/mcpd/descargas/Materiales_de_apoyo_3/Diaz%20Barriga%20estrategias%20docentes.pdf

Bernheim, C. T. (12 de Enero-Marzo de 2011). *Redalyc*. Obtenido de El constructivismo y el aprendizaje de los estudiantes: http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=37319199005

Bolaños, A. D. (9 de abril de 2011). *constructivismo.webnode.es*. Obtenido de REPRESENTANTES CONSTRUCTIVISTAS: http://constructivismo.webnode.es/

Bruner, J. (1960). EL proceso de la educación.

Castillo, M. S. (23 de 10 de 2013). El ambiente y la disciplina escolar en el conductismo y el constructivismo. *ACTUALIDADES INVESTIGATIVAS EN EDUCACION*. Costa Rica.

Cheng, D. K. (2000). *Fundamentos de Electromagnetismo para ingenieria.* Atlacomulpo, Juárez, México: Adisson Wesley Longman de México, S.A. de C.V.

Cobos, F. B. (18 de Julio de 2002). Peligros del Constructivismo. Cali, Colombia.

Diaz, F., & Hernández, G. (1999). Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. *Estrategias de enseñanza para la promocion de aprendizajes significativos*, 5-10.

Ecured. (6 de Marzo de 2017). *ecured.cu*. Obtenido de www.ecured.cu: https://www.ecured.cu/Material_did%C3%A1ctico

González, M. S. (11 de Marzo de 2016). MATERIAL DIDÁCTICO PARA LA ENSEÑANZA DE TEMAS DE TERMODINÁMICA EN LA CARRERA DE MATEMÁTICAS Y FÍSICA DE LA UNIVERSIDAD DE CUENCA. Cuenca, Azuay, Ecuador.

Herrero, M. (1996). Las nuevas tecnologías como nuevos materiales curriculares. *En Educación y medios* , 40-47.

Mayer, R. (2000). Diseño de la instruccion de teorias y modelos constructivistas. *Diseño educativo para un aprendizaje constructivista*, 12-14.

Mineduc. (2008). Las situaciones de aprendizaje. *Situaciones de aprendizaje, pautas metodológicas para el desarrollo de competencias en el aula*, 5.

Olivares, M. E. (2008). Los crucigramas en el aprendizaje del Electromagnetismo. *Eureka*, 334-346.

Reilly, W. (1997). *Cómo abrir mentes cerradas.* Mexico, DF: Litografía Joman, S.A. DE C.V. Comonfort No. 48.

Trillas, D. (2000). Un punto de vista cognoscitivo. *Psicologia Educativa*, 5-6.

Uson , A. J. (25 de julio de 2002). *INCORPORACIÓN DE EXPERIMENTOS EN LAS CLASES TEÓRICAS DE ELECTROMAGNETISMO.* Obtenido de http://www.epsevg.upc.edu/xic/ponencias/R0185.pdf

Anexos

Tesis

UNIVERSIDAD DE CUENCA
FACULTAD DE FILOSOFÍA
LETRAS y CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN
SECRETARÍA

Oficio No. UC-FFFILSECABO-2016-0208-O

Cuenca, 28 de octubre de 2016

Magister
Eulalia Calle Palomeque
Directora de la Carrera de Matemáticas y Física
UNIVERSIDAD DE CUENCA
Doctor
Alberto Santiago Avecillas Jara
Docente
UNIVERSIDAD DE CUENCA - FACULTAD DE FILOSOFIA
Licenciada
Sonia Janneth Guzñay Padilla
Presente.

De mi consideración:

El Consejo Directivo de la Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación, en sesión del 18 de octubre de 2016, por existir informe favorable de la Junta Académica de la Carrera, resolvió aprobar los siguientes diseños de trabajo de titulación, y, designó como su Director:

FACULTAD DE FILOSOFÍA

UNIVERSIDAD DE CUENCA

FACULTAD DE FILOSOFÍA
LETRAS Y CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

SECRETARÍA

Oficio No. UC-FFFILSECABO-2016-0208-O

Cuenca, 28 de octubre de 2016

NOMBRE DE ESTUDIANTE	CARRERA	MODA-LIDAD	TÍTULO DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	DIREC-TOR	PLAZO CONCE-DIDO
FÁREZ PLAZA JUAN MANUEL LEÓN GUAMÁN PEDRO PAÚL	MATEMÁ-TICAS Y FÍSICA	PROYEC-TOS DE INNO-VACIÓN EDU-CATIVA	RECURSOS DIDÁCTICOS PARA ELASTICIDAD, MOVIMIENTO OSCILATORIO, ONDAS Y ACÚSTICA DE LA ASIGNATURA DE OSCILA-CIONES Y ONDAS	Dr. Santiago Avecillas Jara	10 meses
GUAMÁN JOYASACA WILSON MAURICIO SILVA ORDOÑEZ PAUL ANDRES	MATEMÁ-TICAS Y FÍSICA	PROYEC-TOS DE INNO-VACIÓN EDU-CATIVA	ELABORACIÓN DE RECURSOS EDUCATIVOS PARA EL APRENDIZAJE DE LA HIPÉRBOLA PARA EL LABORATORIO DE MATEMÁTICAS Y FÍSICA DE LA UNIVERSIDAD DE CUENCA	Mag. Sonia Guzíay Padilla	10 meses
MOSCOSO MOSCOSO LUIS ALBERTO SUCUZHAÑAY GUAMÁN OMAR NEPTALÍ	MATEMÁ-TICAS Y FÍSICA	PROYEC-TOS DE INNO-VACIÓN EDU-CATIVA	VIDEOS TUTORIALES PARA LA BASE MATEMÁTICA DEL ELECTRO-MAGNETISMO DE LA CARRERA DE MATEMÁTICAS Y FÍSICA	Mag. Eulalia Calle P.	10 meses
GUAMÁN PALTÍN WILSON ANIBAL FAJARDO TIGRE DIEGO BENITO	MATEMÁ-TICAS Y FÍSICA	PROYEC-TOS DE INNO-VACIÓN EDU-CATIVA	ELABORACIÓN DE MATERIAL DIDÁCTICO PARA MEJORAR LA COMPREN- SIÓN DEL ELECTRO-MAGNETISMO	Dr. Santiago Avecillas Jara	10 meses

-Señor o señorita estudiante, la siguiente encuesta servirá como información clave para la propuesta de implementación de recursos didácticos en la materia de Electromagnetismo.
-Conteste las preguntas con responsabilidad y sinceridad.
-La información proporcionada en esta encuesta será empleada exclusivamente para fines académicos, se respetará el absoluto anonimato.

Universidad de Cuenca
Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación
Carrera de Matemáticas y Física

Encuesta para desarrollar el trabajo previo a la obtención del título de graduación

DATOS INFORMATIVOS

Ciclo: _____ Fecha: _____

1. ¿Considera usted que uno de los prerrequisitos para abordar el Electromagnetismo podría ser el Cálculo Vectorial?

Sí		No		Tal vez	

2. ¿Qué tan útil cree que podría ser el conocimiento del Cálculo Vectorial para una adecuada comprensión del Electromagnetismo?

Muy útil		Útil		Poco útil		Nada útil	

3. En una escala del 1 al 5, indique qué nivel de conocimiento posee sobre el cálculo vectorial, siendo 5 la más alta y 1 la más baja.

Niveles	1	2	3	4	5
Marque					

Durante las clases de Electromagnetismo, el docente solicitó hacer imaginaciones en la clase, como por ejemplo: Imaginemos un solenoide de n espiras …En base a lo descrito anteriormente responda:

4. ¿Con que frecuencia, solicitó el docente realizar las imaginaciones?

Muy frecuente		Frecuente		Poco frecuente		Nada frecuente	

5. ¿Qué tan fácil resultó, para usted, hacer estas imaginaciones?

Muy fácil		Fácil		Nada fácil	

6. ¿Resultaron comprensibles, para usted, las explicaciones dadas por el docente?

Sí		No	

7. Para usted, ¿cuál es el nivel de complejidad que poseen los contenidos de Electromagnetismo?

Muy Alta		Alta		Media		Baja	

8. ¿Con qué frecuencia, el docente encargado de la asignatura, utilizó material didáctico para impartir la asignatura?

Siempre		Casi siempre		A veces		Nunca	

9. ¿Cree usted que la comprensión de los siguientes temas se elevaría con la implementación de recursos didácticos manipulables en las clases de Electromagnetismo?

TEMAS	Sí	No	Tal vez
Campo Eléctrico Estático en vacío			
Campo Eléctrico Estático en Dieléctricos			
Corriente Eléctrica Estacionaria			
Campo Magnético			

10. Considera usted que es necesario el material didáctico para mejorar la comprensión de: Campo Eléctrico Estático en vacío, Campo Eléctrico Estático en Dieléctricos, Corriente Eléctrica Estacionaria, Campo Magnético propuestos en el texto?

Sí	No	Tal vez

11. A su criterio y con lo observado dentro del aula, ¿Qué nivel de retención y retroalimentación generaría el uso de material didáctico para el desarrollo de los temas: Campo Eléctrico Estático en vacío, Campo Eléctrico Estático en Dieléctricos, Corriente Eléctrica Estacionaria, Campo Magnético, siendo 1 el nivel más bajo y 5 el más alto?

Niveles	1	2	3	4	5
Marque					

12. ¿Cuál es el nivel de comprensión que piensa que posee usted sobre los temas: Campo Eléctrico Estático en vacío, Campo Eléctrico Estático en Dieléctricos, Corriente Eléctrica Estacionaria? Marque en la casilla correspondiente, considere que 1 es el nivel más bajo y 5 el nivel más alto.

Niveles	1	2	3	4	5
Marque					

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN